UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50078－2008

烟囱工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of chimney engineering

2008－09－24 发布　　　　2009－02－01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
联合发布

中华人民共和国国家标准

烟囱工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of
chimney engineering

GB 50078-2008

主编部门：中 国 冶 金 建 设 协 会
批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2 0 0 9 年 2 月 1 日

中国计划出版社

2008 北 京

中华人民共和国国家标准

烟囱工程施工及验收规范

GB 50078-2008

☆

中国冶金建设协会　主编

中国计划出版社出版

（地址：北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层）

（邮政编码：100038　电话：63906433　63906381）

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

850×1168 毫米　1/32　4 印张　100 千字

2008 年 12 月第 1 版　2008 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—10100 册

☆

统一书号：1580177·125

定价：20.00 元

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第118号

关于发布国家标准《烟囱工程施工及验收规范》的公告

现批准《烟囱工程施工及验收规范》为国家标准，编号为GB 50078—2008，自2009年2月1日起实施。其中，第3.0.8、3.0.9、4.1.3、6.1.4、6.1.5、6.3.1、8.1.2、11.0.5、13.0.5、13.0.11条为强制性条文，必须严格执行。原《烟囱工程施工及验收规范》GBJ 78—85同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇〇八年九月二十四日

前　言

本规范是根据建设部建标〔2004〕67 号“关于印发《二〇〇四年工程建设国家标准制订、修订计划》的通知”的要求，由中冶京唐建设有限公司会同有关单位，对原国家标准《烟囱工程施工及验收规范》GBJ 78—85 进行修订的基础上编制完成的。

在修订过程中，编制组认真总结了烟囱工程设计、施工、科研和生产使用等方面的经验，广泛征求了全国各有关单位和专家意见，经反复讨论和修改，最后经审查定稿。

修订后的本规范共分 15 章和 5 个附录，修订的主要内容有：

1.增加了质量检验的相关内容，将主控项目和一般项目列于同一表中；

2. 增加了“术语”一章，入选的术语主要是涉及烟囱工程的关键词；

3. 增加了“基本规定”一章，将烟囱工程施工及验收的共性规定置于此章中；

4. 取消了截锥组合壳基础和 M 型组合壳基础的内容；

5. 增加了大体积混凝土的相关内容；

6. 烟囱筒身中心线允许偏差标准提高幅度较大；

7. 增加了“钢烟囱和钢内筒”、“烟囱平台”、“烟囱的防腐蚀”等有关章节的内容；

8. “内衬和隔热层”一章中，增加了不定型材料内衬的内容；

9. 取消了部分对施工方法一般性规定的内容；

10. 增加了钢结构和不定型材料的冬期施工内容。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中冶京

唐建设有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄交中冶京唐建设有限公司《烟囱工程施工及验收规范》管理组（地址：唐山市丰润区幸福道16号，邮编064000），以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人：

主编单位： 中冶京唐建设有限公司

参编单位： 中冶东方工程技术有限公司
西北电力建设第四工程公司
上海电力建筑工程公司
中国第二冶金建设公司
上海富晨化工有限公司
浙江省开元安装集团有限公司
湖北孝感广场建设有限公司

主要起草人： 许嘉庆　牛春良　冯佳昱　史耀辉　翁　林
狄玉璞　陆士平　张　锋　李永民

目　次

1 总　　则

1.0.1 为规范烟囱工程施工及验收行为，保证烟囱工程施工质量，做到技术先进、安全适用、经济合理，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于砖烟囱、钢筋混凝土烟囱和钢烟囱工程的施工及验收。

1.0.3 烟囱工程应按设计文件施工。

1.0.4 在烟囱工程施工中应积极采用新技术。新技术应经过试验和鉴定，并应制定专门规程后方可推广使用。

1.0.5 烟囱工程的施工及验收除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术　　语

2.0.1　封闭层　confining bed

套筒式和多管式烟囱砖内筒的最外层，用于封闭烟气的部分。

2.0.2　内筒　inside tube

套筒式和多管式烟囱筒身内的排烟筒。

2.0.3　航空标志　warning sign

用于标识高耸构筑物或高层建筑外形轮廓与高度，并对飞行器起警示作用的航空障碍灯和色标。

2.0.4　液压滑模　hydraulic sliding form

以筒(墙)壁预埋支撑杆为支点，利用液压千斤顶提升工作平台和滑动模板，连续施工的工艺。

2.0.5　电动(液压)提模　motor-driven (hydraulic) promote form

以筒(墙)壁预留孔或预埋支撑杆为支点，利用电动机或液压千斤顶提升工作平台和模板，倒模间歇性施工的工艺。

2.0.6　双滑　two-side sliding form

同时进行筒壁和内衬液压滑模施工的工艺。

2.0.7　液压顶升法　hydraulic jacking

利用液压顶升设备进行钢烟囱或钢内筒从上至下逐段(节)安装的方法。

2.0.8　液压提升法　hydraulic lifting

利用液压提升设备进行钢烟囱或钢内筒从上至下逐段(节)安装的方法。

2.0.9　气顶倒装法　pneumatic jacking

利用气压顶升设备进行钢烟囱或钢内筒从上至下逐段(节)安装的方法。

3 基本规定

3.0.1 在工程建设项目中，烟囱可划分为单位工程或子单位工程。烟囱的分部工程可按基础、筒身、烟囱平台、烟囱防腐蚀、附属工程等划分。塔架式钢烟囱可将塔架和筒身划分为两个分部工程。筒身可根据不同烟囱型式划分为多个子分部工程。当一个分部工程中仅有一个分项工程时，则该分项工程应为分部工程，可按表3.0.1规定具体划分。

表3.0.1 烟囱工程分部工程、子分部工程和分项工程划分

<table>
<tr><th>序号</th><th>分部工程</th><th>子分部工程</th><th>分项工程</th></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td rowspan="3">基础</td><td>土方工程</td><td>土方开挖、土方回填</td></tr>
<tr><td>钢筋混凝土基础或桩基承台</td><td>垫层、模板、钢筋、混凝土、基础防腐蚀</td></tr>
<tr><td>无筋扩展基础</td><td>砖砌体、石砌体、混凝土与毛石混凝土</td></tr>
<tr><td rowspan="6">2</td><td rowspan="6">筒身</td><td>钢筋混凝土筒壁</td><td>模板、钢筋、混凝土</td></tr>
<tr><td>砖筒壁</td><td>砖砌体、钢筋</td></tr>
<tr><td>砖内筒</td><td>耐酸砖砌体、耐酸砂浆封闭层、钢筋</td></tr>
<tr><td>钢筒壁或钢内筒</td><td>筒体制作、筒体预拼装、焊接、筒体安装</td></tr>
<tr><td>塔架</td><td>塔架制作、塔架预拼装、焊接、塔架安装</td></tr>
<tr><td>内衬与隔热层</td><td>砌筑类内衬与隔热层、浇筑类内衬与隔热层、喷涂类内衬与隔热层</td></tr>
<tr><td rowspan="3">3</td><td rowspan="3">烟囱平台</td><td>钢平台</td><td>钢平台制作、钢平台安装、焊接</td></tr>
<tr><td>组合平台</td><td>钢构件制作、钢构件安装、焊接、压型钢板、钢筋、栓钉、混凝土、混凝土预制构件</td></tr>
<tr><td>混凝土平台</td><td>模板、钢筋、混凝土、金属灰斗制作与安装</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">烟囱防腐蚀</td><td>涂料类防腐蚀工程</td><td>基层、涂装</td></tr>
<tr><td>耐酸砖和水玻璃类防腐蚀工程</td><td>耐酸砖、水玻璃耐酸胶泥和耐酸砂浆、水玻璃轻质耐酸混凝土</td></tr>
<tr><td>5</td><td>烟囱附属工程</td><td>—</td><td>爬梯与平台、航空障碍灯、航空色标漆、避雷设施</td></tr>
</table>

3.0.2 烟囱的分项工程应由一个或若干个检验批组成，各分项工

程的检验批应按本规范有关规定划分。

3.0.3 检验批合格质量标准应符合下列规定：

1 主控项目的质量应符合本规范的有关规定。当没有注明检查数量时，均应全数检查；

2 一般项目的质量应经抽样检验合格。当采用计数检验时，除有专门规定外，其检验结果应有80%及以上符合本规范所规定的合格质量标准的要求，且不得有严重缺陷或最大偏差不得超过允许偏差值的1.2倍；

3 应具有完整的施工操作依据、质量检查记录文件及证明文件等资料。

3.0.4 分项工程合格质量标准应符合下列规定：

1 分项工程所含的各检验批均应符合合格质量的规定；

2 质量控制资料应完整。

3.0.5 分部和子分部工程合格质量标准应符合下列规定：

1 分部和子分部工程所含的各分项工程的质量均应验收合格；

2 质量控制资料应完整；

3 有关安全及功能的检验和抽样检测结果应符合本规范的有关规定；

4 观感质量验收应符合要求。

3.0.6 烟囱工程合格质量标准应符合下列规定：

1 烟囱工程所含的各分部和子分部工程的质量均应验收合格；

2 质量控制资料应完整；

3 烟囱工程所含的各分部和子分部工程有关安全及功能的检测资料应完整；

4 观感质量验收应符合要求。

3.0.7 当烟囱工程质量不符合要求时，应按下列规定处理：

1 经返工重做或更换器具、设备的检验批，应重新进行验收；

2 经有资质的检测单位检测鉴定达到设计要求的检验批，应予以验收；

3 经有资质的检测单位检测鉴定不能达到设计要求时，但经原设计单位核算认可能满足结构安全和使用功能的检验批，可予以验收；

4 经返修或加固处理的分部或分项工程，当外形尺寸改变且能满足安全使用要求时，可按技术处理方案和协商文件验收。

3.0.8 经返修或加固处理仍不能满足烟囱安全使用要求的分部工程和单位工程，严禁验收。

3.0.9 烟囱工程所用的材料应有产品合格证书或产品性能检测报告。水泥、砂石、钢筋、外加剂、耐酸材料等尚应有材料主要性能的复验报告。钢材的复检应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

3.0.10 烟囱施工单位应具备相应的资质。施工现场质量管理应有相应的施工技术标准、质量管理体系、施工质量控制和质量检验制度。

3.0.11 普通黏土砖内衬和砖烟囱筒壁，其施工质量控制等级不应低于现行国家标准《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203 的B级要求。耐火砖内衬、砌筑类防腐蚀内衬和砖内筒，其施工质量控制等级应满足现行国家标准《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203的 A 级要求。

4 基　础

4.1 土方和基坑工程

4.1.1 烟囱基础的基坑挖好后，应由施工单位会同建设、设计和监理等单位检查基坑的中心坐标、基底尺寸、标高和水平度是否符合设计要求，以及基底的土质是否符合设计所采用的勘察资料；当不符合时，应由建设单位和设计单位提出处理方案。

4.1.2 当基坑处在地下水位以下时，开挖基坑前，应根据水文地质情况，采取降水或排水措施，并应保持地下水位在施工底面最低标高以下，同时应采取防止地表水流入基坑的措施。基坑的降水或排水措施，应持续至回填土回填到地下水位以上时方可停止。

4.1.3 天然地基基底表面应平整，严禁采用填土的方法找平基坑底面。

4.1.4 基坑验收合格后，应及时进行基础施工。当停顿时间较长，应重新复查无误后才可施工。对个别低于设计标高的低凹处，可采用垫层混凝土找平。当基坑表面被水浸泡或扰动时，被浸泡或扰动的土应除尽，并应采取加厚垫层的方法使其达到设计标高。当基土破坏严重时，应由建设、设计和监理单位确定相应的补救措施。

4.1.5 基础完成后，应及时进行基础的验收和基坑的回填，回填土应分层夯实，压实系数应符合设计要求；当设计无要求时，压实系数不应小于 0.92。

4.2 钢 筋 工 程

4.2.1 HPB235 级钢筋绑扎接头的末端应做弯钩，HRB335、HRB400 和 RRB400 级钢筋可不做弯钩。钢筋的弯钩及绑扎后的

铁丝头应背向保护层。

4.2.2 采用绑扎接头时，钢筋搭接长度应符合设计要求；当设计无规定时，钢筋的搭接长度应为钢筋直径的40倍。采用焊接接头时，钢筋接头的构造和技术要求应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的有关规定。

4.2.3 环壁内纵向钢筋当长度不足时应焊接，也可采用机械连接。钢筋机械连接应符合国家现行标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107和《钢筋锥螺纹接头技术规程》JGJ 109的有关规定。

4.2.4 钢筋的接头应交错布置，在同一连接区段内绑扎接头的根数不应多于钢筋总数的25%，焊接和机械连接接头的根数不应多于钢筋总数的50%。

4.2.5 钢筋的交叉点应用铁丝绑扎牢。底板钢筋网，除靠近外围两行钢筋的交叉点应全部绑扎牢外，中间部分交叉点可间隔交错绑扎牢，但应保证受力钢筋不产生位置偏移。

4.2.6 插入环壁内的筒壁竖向钢筋，应按设计要求进行分组，并应与基础钢筋绑扎或焊接牢固，同时应有防止钢筋位移的措施。

4.3 模板工程

4.3.1 环壁的模板当采用分节支模时，各节模板应在同一锥面上，相邻模板间高低偏差不应超过5mm。

4.3.2 模板与混凝土的接触面应涂刷隔离剂，隔离剂不得污染钢筋表面。

4.3.3 预留洞口处的模板支设应采取防止变形的加固措施。洞口处弧顶模板及支撑设计应满足上部混凝土自重、钢筋自重、模板及支架自重、振捣混凝土产生的荷载作用下的安全要求。

4.3.4 当模板间缝隙较大时，应采取防止漏浆的措施。

4.4 混凝土工程

4.4.1 底板混凝土应分层浇筑，并应一次连续浇筑完成。

浇筑环壁混凝土时，应沿环壁圆周均匀地分层进行；有地下烟道时，烟道两侧混凝土应对称浇筑。

4.4.2 基础施工缝留设位置(图 4.4.2)，应符合下列规定：

1 环形和圆形板式基础的施工缝可留设在底板与环壁的连接处；

2 壳体基础混凝土应按水平分层一次连续浇筑完成，不得留设施工缝；当施工确有困难时，施工缝的留设位置应由施工单位与设计单位、监理单位商定。

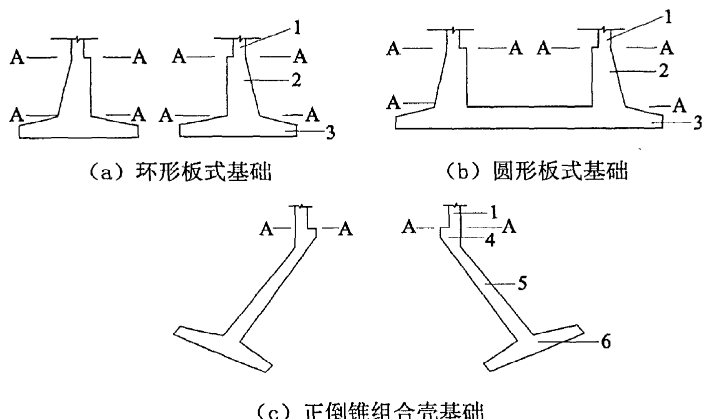


图 4.4.2 基础施工缝留设位置

1—筒壁；2—环壁；3—底板；4—环梁；5—壳体；6—环板；A—A 施工缝

4.4.3 大体积混凝土施工应符合下列规定：

1 大体积混凝土基础应通过计算确定混凝土内的温度应力，并应根据计算结果确定混凝土的浇筑、养护措施；

2 应设计合理的配合比，并应掺加高效减水剂和矿物掺和料，同时应减少水泥用量。应选用连续级配的粗骨料，含泥量及石粉含量不应大于 1%。砂子含泥量不应大于 3%；

3 应选用火山灰质硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥等水化热低

和凝固时间长的水泥品种；

4 应采取降低混凝土入模温度的措施。混凝土可采用分层浇筑或薄层推移浇筑工艺，应控制混凝土浇筑时间和速度，在不出现冷缝的条件下，宜扩大浇筑范围，降低混凝土内部温度。浇筑过程中可加入不超过15%的毛石，毛石强度不应低于混凝土中粗骨料的强度，毛石表面应无污物；

5 应进行温度监测，测温点不应少于3组，每组应设置不少于3个不同深度的测点，每组间距应根据实际情况确定，测温及记录应由专人负责。测温可采用温度计或传感器监测，使用前应统一校核；

内表温差不应大于25℃，降温速度不应大于1.5℃/d；

6 混凝土养护应选用保温保湿法，保温层的厚度应按测温参数确定。拆除模板后应立即回填土；

7 环壁混凝土应在底板混凝土降温的早期浇筑。

4.5 质量检验

4.5.1 烟囱基础钢筋工程的质量标准及检验方法应符合表4.5.1的规定。

表4.5.1 烟囱基础钢筋工程的质量标准及检验方法

类别	序号	项目	质量标准/允许偏差	单位	检验方法
主控项目	1	钢筋的品种、级别、规格和数量	应符合设计要求和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定	—	检查质量合格证明文件、标志及检验报告
	2	纵向受力钢筋的连接方式	应符合设计要求	—	观察
	3	接头试件	应做力学性能检验，其质量应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18和《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107的有关规定	—	检查产品合格证、试验报告

续表 4.5.1

类别	序号	项目		质量标准/允许偏差	单位	检验方法
一般项目	1	接头位置和数量		宜设在受力较小处。同一竖向受力钢筋不宜设置2个或2个以上接头。接头末端至钢筋弯起点距离不应小于钢筋直径的10倍	—	观察，钢尺检查
	2	接头外观质量		应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的有关规定	—	观察
	3	钢筋绑扎、焊接和机械连接接头设置		应符合本规范第4.2.3条和第4.2.4条的规定	—	观察，钢尺检查
	4	主筋间距		±20	mm	尺量检查，抽查数量不少于10处
	5	钢筋保护层		+15 −5		
	6	预留插筋	中心位移	10		
			外露长度	+30 0		

4.5.2 混凝土烟囱基础模板安装质量标准及检验方法应符合表4.5.2的规定。一般项目检查数量不应少于10处。

表 4.5.2 混凝土烟囱基础模板安装质量标准及检验方法

类别	序号	项目	质量标准/允许偏差	单位	检验方法
主控项目	1	模板及其支撑结构与加固措施	应根据工程结构形式、荷载大小、地基土类别、施工设备和材料供应等条件设计，应具有足够的承载能力、刚度和稳定性	—	观察检查
	2	避免隔离剂玷污	在涂刷模板隔离剂时不得玷污钢筋和混凝土接槎处	—	
一般项目	1	模板安装的一般要求	1.模板的接缝不应漏浆，在浇筑混凝土前木模板应浇水湿润，模板内不应有积水； 2.模板与混凝土接触面应清理干净并涂刷隔离剂，不得采用影响结构性能或妨碍装饰工程施工的隔离剂； 3.浇筑前，模板内杂物应清理干净	—	
	2	用作模板的地坪、胎膜质量	应平整光洁，不得产生影响混凝土质量的下沉、裂缝、起砂或起鼓	—	

续表 4.5.2

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="3">项目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th>检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="14">一般项目</td><td>3</td><td colspan="3">烟道模板起拱高度(大于半径)</td><td>+10
+5</td><td rowspan="14">mm</td><td rowspan="7">钢尺检查</td></tr>
<tr><td rowspan="6">4</td><td rowspan="6">预埋件、预留孔洞</td><td colspan="2">预埋钢板中心线位置</td><td>3</td></tr>
<tr><td colspan="2">预埋管、预留孔中心线位置</td><td>3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">预埋螺栓</td><td>中心线位置</td><td>2</td></tr>
<tr><td>外露长度</td><td>+10
0</td></tr>
<tr><td rowspan="2">预留孔洞</td><td>中心线位置</td><td>10</td></tr>
<tr><td>尺寸</td><td>+10
0</td></tr>
<tr><td rowspan="7">5</td><td rowspan="7">模板安装</td><td colspan="2">基础中心点相对设计坐标的位移</td><td>10</td><td>线坠经纬仪尺量检查</td></tr>
<tr><td colspan="2">底板或环板的外半径</td><td>外半径的 1%,且≤50</td><td rowspan="6">尺量检查</td></tr>
<tr><td colspan="2">环壁或壳体的内半径</td><td>内半径的 1%,且≤40</td></tr>
<tr><td colspan="2">烟道口中心线</td><td>10</td></tr>
<tr><td colspan="2">烟道口标高</td><td>±15</td></tr>
<tr><td colspan="2">烟道口的高度和宽度</td><td>+20
−5</td></tr>
<tr><td colspan="2">相邻模板高低差</td><td>5</td></tr>
</table>

4.5.3 烟囱基础混凝土质量标准及检验方法应符合表 4.5.3 的规定。一般项目检查数量不应少于 10 处。

表 4.5.3 烟囱基础混凝土质量标准及检验方法

类别	序号	项目		质量标准/允许偏差	单位	检验方法
主控项目	1	混凝土组成材料的品种、规格和质量		应符合设计要求和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定	—	检查合格证和检验报告
	2	配合比设计		应根据混凝土强度等级、耐久性和工作性等进行配合比设计，并应符合国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定	—	检查配合比设计资料
	3	混凝土强度等级及试件的取样和留置		应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定	—	检查施工记录及试件检验报告
	4	原材料每盘称量的偏差		应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定	—	检查衡器计量合格证和复称
一般项目	1	基础中心点相对设计坐标的位移		15	mm	线坠、钢尺或经纬仪
	2	环壁或环梁上表面标高		±20		水准仪检查
	3	环壁的厚度		±20		尺量检查
	4	壳体的厚度		+20 −5		
	5	环壁或壳体的内半径		内半径的 1%，且≤40		
	6	环壁或壳体内表面局部凹凸不平(沿半径方向)		内半径的 1%，且≤40		
	7	底板或环板的外半径		外半径的 1%，且≤50		
	8	底板或环板的厚度		+20 0		
	9	烟道口	中心线	15		
			标高	±20		
			高度和宽度	+30 −10		

5 砖烟囱筒壁

5.1 一般规定

5.1.1 砌筑筒壁前，应先检查基础环壁或环梁上表面的平整度，并应采用1∶2水泥砂浆找平，其表面平整度不得超过20mm，砂浆找平层的厚度不得超过30mm。

5.1.2 砌筑筒壁前应设置皮数杆和坡度尺。

5.1.3 筒壁的中心及半径，应每砌筑1.25m高检查一次，并应纠正检查出的偏差。

5.1.4 砌筑筒壁时，每5m高应取一组砂浆试块，在砂浆强度等级或配合比变更时应另取试块。

5.1.5 筒壁配置钢筋的位置、接头和锚固长度等应符合设计要求。

5.1.6 筒壁外安装的环箍应水平，接头的位置应沿筒壁高度互相错开；环箍在安装前应涂刷防锈剂，安装时，应在砌筑砂浆强度达到40%后方可拧紧螺栓，并应使环箍紧贴筒壁。

5.1.7 埋设环向钢筋的砖缝厚度，应大于钢筋直径4mm，钢筋上下应至少各有2mm厚的砂浆层。

5.2 砌体工程

5.2.1 砖烟囱筒壁应采用标准型或异型的一等烧结普通黏土砖砌筑，其强度等级应符合设计要求。当有抗冻要求时，砖的抗冻性指标应符合设计要求。砌筑在筒壁外表面的砖应无裂缝且至少有一端棱角完整。

5.2.2 在常温下施工时，应提前将砖浇水润湿，其含水率宜为10%～15%。

5.2.3 筒壁应采用顶砖砌筑，当筒壁外径大于5m时，也可采用顺砖和顶砖交错砌筑。

5.2.4 当筒壁厚度不小于一砖半时，内外砖层可使用1/2砖，但小于1/2砖的碎块不得使用。

5.2.5 砌体上下层环缝应交错1/2砖，辐射缝应交错1/4砖，异型砖应交错其宽度的1/2。

5.2.6 将普通烧结黏土砖加工成顶砌的异型砖时，应在砖的一个侧面进行，加工后小头的宽度不宜小于原宽度的2/3。砌筑后的筒壁外表面，砖角错牙不得超过5mm。

5.2.7 砌体砖层可砌成水平，也可砌成向烟囱中心倾斜，其倾斜度应与筒壁外表面的坡度相垂直。砖层的倾斜度应经常检查。

5.2.8 砂浆用砂宜采用中砂，并应过筛，不得含有草根等杂物。强度等级不小于M5的水泥混合砂浆，其砂的含泥量不应超过1%；强度等级小于M5的水泥混合砂浆，其砂的含泥量不应超过3%。

5.2.9 砌筑砂浆的配合比应采用重量比，其稠度应为80～100mm。砂浆应随拌随用，初凝前应使用完毕。

5.2.10 筒壁砌体砖缝的砂浆应饱满，砂浆饱满度不得低于80%。不得用水冲浆灌缝。筒壁外部砖缝均应勾缝，勾缝砂浆宜采用细砂拌制的1∶1.5水泥砂浆。

5.3 质量检验

5.3.1 砖烟囱筒壁应每10m划分为一个检验批。

5.3.2 砖烟囱筒壁质量标准及检验方法应符合表5.3.2的规定。

表5.3.2 砖烟囱筒壁质量标准及检验方法

类别	序号	项目	质量标准/允许偏差	单位	检验方法
主控项目	1	砖烟囱筒壁材料质量	应符合设计要求和现行国家标准《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203的有关规定	—	检查进场合格证和试验报告
	2	砂浆饱满度	≥80%	—	抽查3处，每处掀起3块砖，用百格网检查粘结面积，取平均值

续表 5.3.2

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="3">项目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th colspan="2">检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="10">一般项目</td><td rowspan="3">1</td><td rowspan="3">筒壁中心线垂直度</td><td rowspan="3">筒壁高度</td><td>20m</td><td>35</td><td rowspan="10">mm</td><td colspan="2" rowspan="3">尺量、线坠或经纬仪检查</td></tr>
<tr><td>40m</td><td>50</td></tr>
<tr><td>60m</td><td>65</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="3">筒壁砖缝厚度</td><td>10</td><td colspan="2">在 $5m^2$ 的表面上抽查 10 处，用塞尺检查，其中允许有 5 处砖缝厚度的偏差为＋5mm</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="3">筒壁高度</td><td>筒壁全高的 0.15%</td><td>尺量检查或水准仪</td><td rowspan="6">抽查数量不少于 10 处</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="3">筒壁任何截面上的半径</td><td>该截面筒壁半径的 1%，且≤30</td><td rowspan="3">尺量检查</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="3">筒壁内外表面的局部的凹凸不平(沿半径方向)</td><td>该截面筒壁半径的 1%，且≤30</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="3">烟道口中心线</td><td>15</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="3">烟道口标高</td><td>＋30
－20</td><td>尺量检查或水准仪</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="3">烟道口高度和宽度</td><td>＋30
－20</td><td>尺量检查</td></tr>
</table>

注：1 筒壁中心线垂直度允许偏差值系指一座烟囱在不同标高的允许偏差。
2 中间值用插入法计算。

6　钢筋混凝土烟囱筒壁

6.1　一般规定

6.1.1　钢筋混凝土烟囱筒壁施工时，可根据具体条件采用电动(液压)提模工艺、滑模工艺、移置模板工艺或其他工艺。

6.1.2　采用滑动模板工艺施工时，除应按本规范执行外，尚应符合现行国家标准《滑动模板工程技术规范》GB 50113 的有关规定。

6.1.3　采用滑动模板工艺施工时，筒壁的厚度不宜小于 160mm；采用电动(液压)提模工艺或移置模板工艺施工时，筒壁厚度不宜小于 140mm。

6.1.4　采用滑动模板工艺施工时，混凝土在脱模后不应坍落，不应拉裂，其脱模强度不得低于 0.2MPa。

6.1.5　采用电动(液压)提模工艺施工时，受力层混凝土的强度值应根据平台荷载经过计算确定，低于该值时不得提升平台。

6.1.6　烟道口、门洞、灰斗平台等处的承重模板，应在混凝土强度达到现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的要求后拆除。

6.1.7　烟囱施工应设置沉降观测点，设置后应做首次沉降观测，施工过程中应每 50m 做一次沉降观测。筒壁施工完后，应按国家现行标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的要求继续进行观测。

6.2　钢筋工程

6.2.1　钢筋的端头、接头应符合本规范第 4.2.1～4.2.4 条的规定。

6.2.2　竖向钢筋应沿筒壁圆周均匀布置，在施工平台辐射梁分布

处，钢筋间距可适当增大。环向钢筋应配置在竖向钢筋的外侧。

6.2.3 筒壁半径、高度变化时，竖向钢筋的直径或根数应按设计要求调整，调整后的钢筋间距不得大于设计要求，并应在筒壁的全圆周内均匀布置。

6.2.4 高出模板的竖向钢筋应临时固定。每层混凝土浇筑后，在其上面至少应有一道绑扎好的环向钢筋。

6.2.5 滑动模板支承杆的长度宜为3～5m。第一批插入的支承杆应有四种以上的不同长度，相邻高差不得小于支承杆直径的20倍。

6.2.6 滑动模板支承杆的接头应连接牢固，支承杆应与筒壁的环向钢筋间隔点焊。环向钢筋的接头应焊接。

6.2.7 在滑升过程中应检查支承杆是否倾斜。当支承杆有失稳或被千斤顶带起时，应及时进行处理。

6.2.8 穿过较高的烟道口、采光窗及模板滑空时，除应加固支承杆外，还应采取其他的稳定措施。

6.2.9 当采用滑动模板工艺施工时，可利用支承杆等强度代替结构的受力钢筋，接头强度应符合现行国家标准《滑动模板工程技术规范》GB 50113的规定。

6.3 模板工程

6.3.1 模板及其支撑结构必须满足承载能力、刚度和稳定性的要求。

6.3.2 滑动模板在滑升中出现扭转时，应及时纠正，其环向扭转值，应按筒壁外表面的弧长计算，在任意10m高度内不得超过100mm，全高范围不得超过500mm。

6.3.3 滑动模板中心偏移时，应及时、逐渐地进行纠正。当利用工作台的倾斜度来纠正中心偏移时，其倾斜度宜控制在1%以内。

6.3.4 采用电动（液压）提模工艺安装模板时，内外模板应设置对拉螺杆，对拉螺杆的间距、规格、位置应经计算确定。上下层模板

宜采用承插方式连接，模板上口应设置对撑。内外均应设置收分模板，外模板应捆紧，缝隙应堵严，内模板应支顶牢固。

6.3.5 采用电动（液压）提模工艺施工时，平台系统应每提升一次检查一次中心偏移。

6.4 混凝土工程

6.4.1 筒壁混凝土宜选用同一生产厂家、同一品种、同一强度等级的普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥配制；当平均气温在10℃以下时，不得使用矿渣硅酸盐水泥。每立方米混凝土最大水泥用量不得超过450kg，水胶比不宜大于0.5，混凝土宜掺用减水剂。

6.4.2 用于改善混凝土性能所采用的掺和料、外加剂等，应符合国家现行标准《粉煤灰混凝土应用技术规范》GBJ 146和《混凝土减水剂质量标准和试验方法》JGJ 56的有关规定。

6.4.3 混凝土粗骨料的粒径，不应超过筒壁厚度的1/5和钢筋净距的3/4，最大粒径不应超过60mm；泵送混凝土时最大粒径不应超过40mm。宜选用连续级配的粗骨料。

6.4.4 单筒式烟囱筒壁顶部10m高度范围内和采用双滑或内砌外滑方法施工的环形悬臂，不宜采用石灰岩作粗骨料。

6.4.5 采用滑模工艺施工时，浇筑混凝土应沿筒壁圆周均匀地分层进行，每层厚度宜为250～300mm；在浇筑上层混凝土时，应对称地变换浇筑方向。

采用电动（液压）提模工艺浇筑混凝土时，可从一点开始沿环向向两个方向连续浇筑至闭合。相邻两节筒壁的混凝土起始浇筑点应错开1/4圆周长度。

6.4.6 采用滑模工艺施工时，用于振捣混凝土的振动棒不得触动支承杆、钢筋和模板。振动棒的插入深度不应超过前一层混凝土内50mm。在提升模板时，不得振捣混凝土。

6.4.7 筒壁施工时应减少施工缝。对施工缝的处理，应先清除松

动的石子，冲洗干净并浇水充分润湿，再铺 20～30mm 厚的与混凝土内浆体成分相同的水泥砂浆层，然后继续浇筑上层混凝土。当混凝土和钢筋被油污染时，应清理干净。

6.4.8 采用双滑施工方法时，应采取保证筒壁和内衬厚度的措施，并应防止筒壁混凝土与内衬混凝土相互渗透和混淆。

6.4.9 烟囱施工时，应每 10m 留置一组混凝土试块；当 10m 混凝土量超过 100m³ 时，应按每 100m³ 留置一组混凝土试块。当需检验其他龄期的强度或当原材料、配合比变更时，则应另取混凝土试块。混凝土试块的制作、养护和检验应有专人负责。施工时应留置同条件的试块。

6.4.10 筒壁混凝土的养护可采用养护液。

6.5 质量检验

6.5.1 钢筋混凝土烟囱筒壁应每 10m 划分为一个检验批。

6.5.2 钢筋混凝土烟囱筒壁模板安装质量标准及检验方法应符合表 6.5.2 的规定。一般项目抽查数量均不应少于 10 处。

表 6.5.2 钢筋混凝土烟囱筒壁模板安装质量标准及检验方法

类别	序号	项目	质量标准/允许偏差	单位	检验方法
主控项目	1	模板的外观质量	应四角方正、板面平整，无卷边、翘曲、孔洞及毛刺等	—	观察检查
	2	钢模板几何尺寸	应符合现行国家标准《组合钢模板技术规范》GB 50214 的要求	—	尺量检查
	3	烟囱中心引测点与基准点的偏差	5	mm	激光经纬仪或吊线锤
	4	任何截面上的半径	±20	mm	尺量检查

续表 6.5.2

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="2">项目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th>检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="14">一般项目</td><td>1</td><td colspan="2">模板内部清理</td><td>干净无杂物</td><td>—</td><td rowspan="2">观察检查</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">模板与混凝土接触面</td><td>无粘浆、隔离剂涂刷均匀</td><td>—</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">内外模板半径差</td><td>10</td><td rowspan="12">mm</td><td>尺量检查</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">相邻模板高低差</td><td>3</td><td>直尺和楔形塞尺检查</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">同层模板上口标高差</td><td>20</td><td>水准仪和尺量检查</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">预留洞口起拱度($L \geqslant 4m$)</td><td>应符合设计要求或全跨长的1‰～3‰</td><td>尺量检查</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">围圈安装的水平度</td><td>1%</td><td>水平直尺</td></tr>
<tr><td rowspan="3">8</td><td rowspan="3">预留孔洞、烟道口</td><td>中心线</td><td>10</td><td>经纬仪和尺量检查</td></tr>
<tr><td>标高</td><td>±15</td><td>水准仪和尺量检查</td></tr>
<tr><td>截面尺寸</td><td>+15
0</td><td>尺量检查</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="2">预埋铁件中心</td><td>10</td><td>水准仪和尺量检查</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="2">预埋暗榫中心</td><td>20</td><td rowspan="2">经纬仪和尺量检查</td></tr>
<tr><td>11</td><td colspan="2">预埋螺栓中心</td><td>3</td></tr>
<tr><td>12</td><td colspan="2">预埋螺栓外露长度</td><td>+20
0</td><td>尺量检查</td></tr>
</table>

6.5.3 钢筋混凝土烟囱筒壁钢筋安装质量标准及检验方法应符合表 6.5.3 的规定。一般项目检查数量均不应少于 10 处。

表 6.5.3 钢筋混凝土烟囱筒壁钢筋安装质量标准及检验方法

类别	序号	项目	质量标准/允许偏差	单位	检验方法
主控项目	1	钢筋的品种、级别、规格、数量和质量	应符合设计要求和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定	—	检查质量合格证明文件、标识及检验报告
	2	竖向受力钢筋的连接方式	应符合设计要求	—	观察
	3	钢筋焊接质量	应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定	—	检查外观及接头力学性能试验报告
	4	接头试件	应作力学性能检验，其质量应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 和《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107 的规定	—	检查接头力学性能试验报告
一般项目	1	钢筋表面质量	应平直、洁净，不应有损伤、油渍、漆污、片状老锈和麻点，不应有变形	—	观察
	2	钢筋机械连接或焊接接头位置	接头应相互错开；在同一连接区段内接头的根数不应多于钢筋总数的 50%	—	观察，钢尺检查
	3	钢筋绑扎搭接接头位置	相邻受力钢筋的绑扎搭接接头应相互错开。在同一连接区段内绑扎接头的根数不应多于钢筋总数的 25%，搭接长度应符合设计和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定	—	
	4	钢筋间距	±20	mm	尺量检查，抽查数量不少于 10 处
	5	钢筋保护层	+10 −5		
	6	预留插筋 中心位移	10		
		预留插筋 外露长度	+30 0		

6.5.4 钢筋混凝土烟囱筒壁混凝土质量标准及检验方法应符合表 6.5.4 的规定。一般项目检查数量均不应少于 10 处。

表 6.5.4　钢筋混凝土烟囱筒壁混凝土质量标准及检验方法

类别	序号	项目		质量标准/允许偏差	单位	检验方法
主控项目	1	混凝土组成材料的品种、规格和质量		应符合设计要求和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定	—	检查合格证和检验报告
	2	混凝土配合比及组成材料计量偏差		应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定	—	检查混凝土搅拌记录
	3	混凝土强度评定和试块组数		应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定	—	检查试验记录
一般项目	1	混凝土外观质量	露筋、蜂窝、拉裂、明显凹痕	不应有露筋、蜂窝、拉裂和明显凹痕	—	观察
	2	轴线位移		3	mm	经纬仪和尺量检查
	3	表面平整度		5		尺量检查
	4	相邻两板面高低差		3		靠尺和楔形塞尺检查
	5	筒壁厚度偏差		±20		尺量检查
	6	任何截面上的半径		±25		
	7	筒壁内外表面局部凹凹不平(沿半径方向)		25		
	8	预埋暗榫中心		20		经纬仪和尺量检查
	9	预埋螺栓中心		3		
	10	预埋螺栓外露长度		+20 0		尺量检查
	11	筒壁的扭转(滑模)	10m	100		经纬仪和尺量检查，测量筒壁外表面的弧长
			全高程内	500		
	12	预留洞口、烟道口	中心线	15		经纬仪和尺量检查
			标高	±20		水准仪检查
			截面尺寸	±20		尺量检查
	13	筒壁高度偏差		±0.1%(筒身全高)		尺量、仪器检查

续表 6.5.4

类别	序号	项目		质量标准/允许偏差	单位	检验方法
一般项目	14	筒身中心线的垂直度偏差	高度 20m	25	mm	仪器、线锤及尺量检查
			高度 40m	35		
			高度 60m	45		
			高度 80m	55		
			高度 100m	60		
			高度 120m	65		
			高度 150m	75		
			高度 180m	85		
			高度 210m	95		
			高度 240m	105		
			高度 270m	115		
			高度 300m	125		

注：1　允许偏差值指一座烟囱在不同标高的允许偏差。

2　中间值用插入法计算。

3　烟囱中心线的测定工作，应在风荷和日照温差较小的情况下进行。

7 钢烟囱和钢内筒

7.1 一般规定

7.1.1 钢烟囱应包括塔架式、自立式和拉索式;钢内筒应包括自立式、整体悬挂式和分段悬挂式。施工时可根据具体条件选择施工方法。

7.1.2 钢烟囱和钢内筒施工和质量检验除应符合本章的规定外,尚应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 和《钢结构高强度螺栓连接的设计施工及验收规程》JGJ 82 的有关规定。

7.2 钢烟囱和钢内筒制作、预拼装工程

7.2.1 钢烟囱和钢内筒制作宜在工厂内进行,当在现场施工时,应采取防雨和防风措施。

7.2.2 钢烟囱和钢内筒制作、运输过程中,应采取防止变形的措施,并应保证预拼装或安装质量。

7.2.3 钢烟囱和钢内筒的基准线、点等标记应清晰准确。

7.2.4 预拼装应做好标志和记录,验收合格后,记录应随构件提供给施工单位。

7.3 焊接工程

7.3.1 从事钛复合板焊接作业的焊工必须经考试合格并取得合格证书。持证焊工必须在其考试合格项目及其认可范围内施焊。

7.3.2 设计要求全焊透的一、二级焊缝应采用超声波探伤进行内部缺陷的检验,超声波探伤不能对缺陷做出判断时,应采用射线探伤,其内部缺陷分级及探伤方法应符合现行国家标准《钢焊缝手工

超声波探伤方法和探伤结果分级》GB 11345 或《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》GB 3323 的有关规定。一、二级焊缝的质量等级及缺陷分级应符合表 7.3.2 的规定。

表 7.3.2 一、二级焊缝的质量等级及缺陷分级

焊缝质量等级		一级	二级
内部缺陷超声波探伤	评定等级	Ⅱ	Ⅲ
	检验等级	B 级	B 级
	探伤比例	100%	20%
内部缺陷射线探伤	评定等级	Ⅱ	Ⅲ
	检验等级	AB 级	AB 级
	探伤比例	100%	20%

7.3.3 探伤比例的计算方法应按下列原则确定：

1 对工厂焊缝，应按每条焊缝计算百分比，且探伤长度不应小于 200mm，当焊缝长度不足 200mm 时，应对整条焊缝进行探伤；

2 对现场安装焊缝，应按同一类型、同一施焊条件的焊缝条数计算百分比，探伤长度不应小于 200mm，且不应少于 1 条焊缝。

7.3.4 采用钛复合板的钢内筒焊接应符合下列规定：

1 钛复合板宜选用定尺材料，坡口形式和尺寸应根据设计图纸选用；

2 钛材焊接前应根据国家现行标准《钛制焊接容器》JB/T 4745的有关规定进行焊接工艺评定；

3 焊丝应符合国家现行标准《钛制焊接容器》JB/T 4745 的有关规定；

4 钛钢复合板复层除筒体对接的焊缝外其他部位不得进行焊接工作。复合板基层焊接时，应采取保护复层的措施；

5 钛钢复合板基层进行焊接工作应控制层间温度；

6　钛钢复合板基层焊缝应采用超声波探伤进行内部缺陷的检验，焊缝质量等级应为二级；

7　钛钢复合板复层焊缝应采用液体渗透探伤进行表面缺陷的检验，检验比例应为100%；

8　施焊后的钛焊缝和热影响区表面的颜色应为银白色。

7.4　钢烟囱和钢内筒安装工程

7.4.1　钢烟囱和钢内筒安装应在基础轴线、标高、地脚螺栓、构件制作等检验合格后进行。

7.4.2　钢烟囱和钢内筒采用起重机械吊装法安装时，起重吊装机械应有安全检验合格证件，起重吊装机械基础应符合设计文件规定的承载能力。

7.4.3　钢烟囱和钢内筒采用液压顶升法或提升法安装时，单台液压顶升或提升设备应在额定压力下工作；多台顶升或提升设备同时工作时，应选用性能相同的设备，最大荷载不得超过设备允许总额定荷载的80%。顶升或提升前，液压顶升或提升设备应按操作规程进行调试。

7.4.4　采用液压顶升法安装顶升时，应在筒体上设置导向止晃装置。

7.4.5　钢烟囱和钢内筒采用气顶倒装法安装时，应计算逐节顶升时所需压力。气顶前，气顶设备应进行调试。

7.4.6　用于提升的钢绞线和钢丝绳应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224和《钢丝绳》GB/T 8918的有关规定。

7.5　质量检验

7.5.1　钢烟囱和钢内筒可按结构制作或安装，应每20m高划分为一个检验批。

7.5.2　钢烟囱和钢内筒零部件制作质量标准及检验方法应符合表7.5.2的规定。

表 7.5.2 钢烟囱和钢内筒零部件制作质量标准及检验方法

类别	序号	项目				质量标准/允许偏差	单位	检验方法
主控项目	1	钢材的品种、规格、性能等				应符合设计要求和国家现行有关材料标准的规定	—	检查出厂检验报告和标志
	2	钢材切割面或剪切面				应无裂纹、夹渣、分层和大于 1mm 的缺棱	—	观察或用放大镜
	3	制孔	A、B级	孔壁表面粗糙度		12.5	μm	用游标卡尺或孔径量规、粗糙度测量仪检查，抽查 10%，且不少于 3 处
				孔径	10～18	+0.18 0.00	mm	
					18～30	+0.21 0.00		
					30～50	+0.25 0.00		
			C级	孔壁表面粗糙度		25	μm	
				直径		+1.0 0.0	mm	
				圆度		2.0		
				垂直度		0.03t，且≤2.0		
一般项目	1	钢材的规格尺寸及允许偏差				应符合国家现行有关材料标准的规定	—	用游标卡尺检查，每种规格抽查数不少于 10 处
	2	钢材的外观质量				应符合国家现行有关材料标准的规定	—	观察检查
	3	切割	气割	零件宽度、长度		±3.0	mm	观察检查或使用放大镜、焊缝量规和钢尺检查，抽查 10%，且不少于 3 处
				切割面平面度		0.05t，且≤2.0		
				割纹深度		0.3		
				局部缺口深度		1.0		
			机械剪切	零件宽度、长度		±3.0		
				边缘缺棱		1.0		
				型钢端部垂直度		2.0		

续表 7.5.2

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="3">项　　目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th>检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="17">一般项目</td><td rowspan="6">4</td><td rowspan="6">矫正</td><td rowspan="2">钢板局部平整度</td><td>$t \leqslant 14$</td><td>1.5</td><td rowspan="8">mm</td><td rowspan="11">观察检查和实测检查</td></tr>
<tr><td>$t > 14$</td><td>1.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">型钢弯曲矢高</td><td>$L/1000$,且≤5.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">角钢肢垂直度</td><td>$b/100$,≤90°(双肢栓接)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">翼缘对腹板垂直度</td><td>槽钢</td><td>$b/80$</td></tr>
<tr><td>工字钢、H 型钢</td><td>$b/100$,且≤2.0</td></tr>
<tr><td rowspan="5">5</td><td rowspan="5">边缘加工</td><td colspan="2">零件宽度、长度</td><td>±1.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">加工边直线度</td><td>$L/3000$,且≤2.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">相邻两边夹角</td><td>±6′</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="2">加工面垂直度</td><td>$0.025t$,且≤0.5</td><td>mm</td></tr>
<tr><td colspan="2">加工面表面粗糙度</td><td>50</td><td>μm</td></tr>
<tr><td rowspan="6">6</td><td rowspan="6">螺栓孔距</td><td rowspan="2">一组内任意两孔间距离</td><td>≤500</td><td>±1.0</td><td rowspan="6">mm</td><td rowspan="6">钢尺检查,抽查数不少于 10 处</td></tr>
<tr><td>501～1200</td><td>±1.2</td></tr>
<tr><td rowspan="4">相邻两组的端孔间距离</td><td>≤500</td><td>±1.2</td></tr>
<tr><td>501～1200</td><td>±1.5</td></tr>
<tr><td>1201～3000</td><td>±2.0</td></tr>
<tr><td>>3000</td><td>±3.0</td></tr>
</table>

注:b 为宽度或板的自由外伸宽度,t 为板的厚度,L 为构件的长度。

7.5.3 钢烟囱和钢内筒制作、安装焊接质量标准及检验方法应符合表 7.5.3 的规定。

表 7.5.3 钢烟囱和钢内筒制作、安装焊接质量标准及检验方法

类别	序号	项　　目	质量标准/允许偏差	单位	检验方法
主控项目	1	焊接材料的品种、规格、性能等	应符合设计要求和国家现行有关材料标准的规定	—	检查质量合格证明文件、中文标记及检验报告

续表 7.5.3

类别	序号	项目	质量标准/允许偏差	单位	检验方法
主控项目	2	焊工	必须经考试合格并取得合格证书且在其考试合格项目及其认可范围内施焊	—	检查焊工合格证书及其认可范围、有效期
	3	设计要求全焊透的一、二级焊缝	探伤检验应符合现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB 11345 和《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》GB 3323 的规定	—	检查探伤报告
	4	焊缝质量等级及缺陷分级	应符合本规范第7.3.2条的规定	—	
	5	焊接材料与母材的匹配	应符合设计要求和国家现行标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 的规定	—	检查质量证明文件
	6	首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法、焊后热处理等	应进行焊接工艺评定，并应根据评定报告确定焊接工艺	—	检查焊接工艺评定报告
	7	焊缝表面质量	不得有裂纹、焊瘤等缺陷。一、二级焊缝不得有表面气孔、夹渣、弧坑裂纹、电弧擦伤等缺陷；且一级焊缝不得有咬边、未焊满、根部收缩等缺陷	—	观察检查或使用放大镜、焊缝量规和钢尺检查，抽查10%，且不少于3处
	8	要求焊透的组合焊缝焊脚尺寸	+4 0	mm	观察检查，用焊缝量规测量，抽查数不少于10处
一般项目	1	焊条外观质量	不应有药皮脱落、焊芯生锈等缺陷；焊剂不应受潮结块	—	观察检查
		对于需要进行焊前预热或焊后热处理的焊缝	应符合国家现行标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 的规定或通过工艺试验确定	—	检查预、后热施工记录和工艺试验报告

续表 7.5.3

类别	序号	项目				质量标准/允许偏差	单位	检验方法
一般项目	1	凹形的角焊缝				焊出凹形的角焊缝应过渡平缓；加工成凹形的角焊缝，不得有切痕	—	观察检查，抽查 10%，且不少于 3 处
		焊缝感观				外形均匀、成型较好，焊渣和飞溅物基本清除干净	—	观察检查
		二、三级焊缝外观质量	未焊满		二级	0.2+0.02t，且≤1.0	mm	观察检查或使用放大镜、焊缝量规和钢尺检查，抽查数不少于 10 处
					三级	0.2+0.04t，且≤2.0		
			根部收缩		二级	0.2+0.02t，且≤1.0		
					三级	0.2+0.04t，且≤2.0		
			咬边		二级	0.05t，且≤0.5，连续长度≤100.0		
					三级	0.1t，且≤1.0		
			弧坑裂纹		三级	允许存在个别长度≤5.0		
			电弧擦伤		三级	允许个别存在		
			接头不良		二级	缺口深度 0.05t，且≤0.5		
					三级	缺口深度 0.1t，且≤1.0		
			表面夹渣		三级	深度 0.2t，长 0.5t，且≤2.0		
			表面气孔		三级	每 50.0mm 焊缝长度允许直径 0.4t，且≤3.0，数量不多于 2 个，孔距≥6 倍孔径		
	2	对接焊缝尺寸	焊缝余高	B<20	一级	+2.0 +0.5		焊缝量规检查，抽查数不少于 10 处
					二级	+2.5 +0.5		
					三级	+3.5 +0.5		
				B≥20	一级	+3.0 +0.5		
					二级	+3.5 +0.5		
					三级	+3.5 0.0		
			焊缝错边		一级、二级	0.1t，且≤2.0		
					三级	0.15t，且≤3.0		

续表 7.5.3

类别	序号	项目			质量标准/允许偏差	单位	检验方法
一般项目	3	焊透组合焊缝尺寸	焊脚尺寸	$h_f \leqslant 6$	+1.5 0.0	mm	焊缝量规检查，抽查数不少于10处
				$h_f > 6$	+3.0 0.0		
			角焊缝余高	$h_f \leqslant 6$	+1.5 0.0		
				$h_f > 6$	+3.0 0.0		

注：t 为板的厚度，h_f 为焊脚尺寸。

7.5.4 钢烟囱和钢内筒组装质量标准及检验方法应符合表7.5.4的规定。

表 7.5.4 钢烟囱和钢内筒组装质量标准及检验方法

类别	序号	项目		质量标准/允许偏差	单位	检验方法	
主控项目	1	外观表面		表面不应有焊疤、明显凹面，划痕应小于0.5mm	—	观察检查	
	2	标记		基准线、点、标高及编号应完备、清楚	—		
	3	椭圆度	筒直径 $D \leqslant 5$m	10	mm	钢尺检查，抽查数不少于10处	
			筒直径 $D > 5$m	20			
	4	焊接		应符合本规范表7.5.3的规定	—	查看焊接验评表	
一般项目	1	外径周长偏差		+6 0	mm	钢尺检查	抽查数不少于10处
	2	对口错边		1		直尺和塞尺检查	
	3	两端面与轴线的垂直度		3		吊线和钢尺检查	
	4	相邻两节焊缝错开		≥300		钢尺检查	
	5	直线度		1		1 m钢尺和塞尺检查	
	6	圆弧度		2		用≥1.5弦长样板和塞尺检查	

续表 7.5.4

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th>项　目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th colspan="2">检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="2">一般项目</td><td>7</td><td>表面平整度</td><td>1.5</td><td rowspan="2">mm</td><td>1m钢尺和塞尺检查</td><td rowspan="2">抽查数不少于10处</td></tr>
<tr><td>8</td><td>高度偏差</td><td>$\pm H/2000$,且± 50</td><td>钢尺检查</td></tr>
</table>

注:H为组装段的高度。

7.5.5 钢烟囱和钢内筒安装质量标准及检验方法应符合表7.5.5的规定。

表 7.5.5 钢烟囱和钢内筒安装质量标准及检验方法

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="2">项　目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th colspan="2">检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="4">主控项目</td><td>1</td><td colspan="2">钢构件验收</td><td>应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定,无变形及涂层脱落</td><td>—</td><td colspan="2">拉线、钢尺现场实测或观察检查</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">焊接</td><td>应符合本规范表7.5.3的规定</td><td>—</td><td colspan="2">查看焊接检验表</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">椭圆度</td><td>筒直径$D\leq 5$m</td><td>10</td><td rowspan="2">mm</td><td rowspan="4">钢尺检查</td><td rowspan="10">抽查数不少于10处</td></tr>
<tr><td>筒直径$D>5$m</td><td>20</td></tr>
<tr><td rowspan="8">一般项目</td><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">与支座环同心度</td><td>$D\leq 5$m</td><td>10</td><td rowspan="8">mm</td></tr>
<tr><td>$D>5$m</td><td>20</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">与支座环间隙</td><td>1.5</td><td>塞尺检查</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">相邻两节焊缝错开</td><td>≥300</td><td>钢尺检查</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">对口错边</td><td>1</td><td>直尺和塞尺检查</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">止晃点标高</td><td>±10</td><td>钢尺检查</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">中心偏差</td><td>$H/1000$,且≤ 100</td><td>吊线,用钢尺或全站仪检查</td></tr>
</table>

续表 7.5.5

类别	序号	项　　目	质量标准/允许偏差	单位	检验方法	
一般项目	7	总高度	±100	mm	钢卷尺或测距仪检查	抽查数不少于10处
	8	烟道口中心	≤15		经纬仪检查	
	9	烟道口标高	±20		钢尺检查	
	10	烟道口高和宽	±20			

注：H 为钢烟囱和钢内筒的安装高度。

7.5.6 高强度螺栓连接质量标准及检验方法应符合表 7.5.6 的规定。

表 7.5.6　高强度螺栓连接质量标准及检验方法

类别	序号	项　　目	质量标准/允许偏差	检验方法
主控项目	1	高强度螺栓的品种、规格、性能	应符合设计要求和国家现行有关材料标准　的规定	检查产品的质量合格证明文件、中文标记及检验报告
	2	摩擦面的抗滑移系数	应符合设计要求	检查摩擦面的抗滑移系数试验报告
	3	高强度大六角螺栓的连接副扭矩系数或扭剪型高强度螺栓连接副预拉力复验	应符合国家现行标准《钢结构高强度螺栓连接的设计施工及验收规程》JGJ 82的规定	检查复验报告
	4	终拧扭矩	应符合国家现行标准《钢结构高强度螺栓连接的设计施工及验收规程》JGJ 82 的规定	扭矩法、转角法或观察检验，按节点数抽查10%，且不少于10个；每个被抽查节点按螺栓数抽查10%，且不少于2个
一般项目	1	螺母、螺栓、垫圈外观表面	应涂油保护，不应出现生锈和沾染脏物等现象，螺纹不应损伤	观察检查，全数检查
	2	高强度螺栓表面硬度试验	高强度螺栓不得有裂纹或损伤，表面硬度试验应符合国家现行标准《钢结构高强度螺栓连接的设计施工及验收规程》JGJ 82 的规定	检查质量合格证明文件

续表 7.5.6

类别	序号	项目	质量标准/允许偏差	检验方法
一般项目	3	高强度螺栓连接副的施拧顺序和初拧、复拧扭矩	应符合国家现行标准《钢结构高强度螺栓连接的设计施工及验收规程》JGJ 82 的规定	检查扳手标定记录和螺栓施工记录
	4	摩擦面外观	应干燥、整洁，不应有飞边、毛刺、焊接飞溅物、焊疤、氧化铁皮等，且不得涂油漆（设计要求除外）	观察检查，全数检查
	5	连接外观质量	丝扣外露 2～3 扣，允许丝扣外露 1 扣或 4 扣数量不大于 10%	观察检查，按节点数抽查 5%，且不少于 10 个
	6	扩孔孔径	$1.2d$	观察及卡尺检查，全数检查

8 烟囱平台

8.1 平台制作和安装工程

8.1.1 钢平台、钢梯、栏杆制作和安装除应符合本规范外，尚应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81和《焊接H型钢》YB 3301的有关规定。

8.1.2 当烟囱平台作为吊装平台时，烟囱平台应进行承载能力、变形和稳定性验算。

8.1.3 平台梁翼缘板、腹板拼接接头位置宜设置在距支座1/3跨度的范围内，翼缘板和腹板的拼接缝间距不应小于200mm。

8.1.4 预制的钢平台构件尺寸应根据筒壁预埋件的实际尺寸进行复核调整。

8.1.5 组合平台中的压型钢板施工应在钢平台验收合格后进行，施工时应摆放整齐，并应分散放置。

8.1.6 混凝土平台施工和质量检验除应符合本章的规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定；钢筋安装和混凝土质量标准及检验方法应符合本规范第6.5.3条和第6.5.4条的规定。

8.1.7 混凝土平台施工应根据施工工艺，确定与筒壁的施工顺序。

8.2 质量检验

8.2.1 焊接钢梁制作质量标准及检验方法除应符合表7.5.2的规定外，还应符合表8.2.1的规定。一般项目检查数量不应少于10处。

表 8.2.1 焊接钢梁制作的质量标准及检验方法

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="4">项目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th>检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="10">主控项目</td><td>1</td><td colspan="4">钢材品种、规格和性能</td><td>应符合设计要求和国家现行有关材料标准的规定</td><td>—</td><td>检查出厂合格证和试验报告</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="4">切割面或剪切面</td><td>应无裂纹、夹层和不大于 1mm 缺棱</td><td>—</td><td>观察和钢尺检查，必要时做超声波检查</td></tr>
<tr><td rowspan="8">3</td><td rowspan="8">制孔</td><td rowspan="4">A、B级</td><td colspan="2">孔壁表面粗糙度</td><td>12.5</td><td>μm</td><td rowspan="8">用游标卡尺或孔径量规、粗糙度测量仪检查，抽查 10%，且不少于 3 处</td></tr>
<tr><td rowspan="3">孔径</td><td>10～18mm</td><td>+0.18
0.00</td><td rowspan="3">mm</td></tr>
<tr><td>18～30mm</td><td>+0.21
0.00</td></tr>
<tr><td>30～50mm</td><td>+0.25
0.00</td></tr>
<tr><td rowspan="4">C级</td><td colspan="2">孔壁表面粗糙度</td><td>12.5</td><td>μm</td></tr>
<tr><td colspan="2">直径</td><td>+1.0
0.0</td><td rowspan="3">mm</td></tr>
<tr><td colspan="2">圆度</td><td>2.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">垂直度</td><td>$0.03t$，且≤2.0</td></tr>
<tr><td rowspan="10">一般项目</td><td rowspan="2">1</td><td colspan="2" rowspan="2">梁长度</td><td colspan="2">端部凸缘支座板</td><td>0
−5</td><td rowspan="10">mm</td><td rowspan="4">尺量检查</td></tr>
<tr><td colspan="2">其他形式</td><td>$+L/2500$，且≤+10
$-L/2500$，且≥−10</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td colspan="2" rowspan="2">端部高度</td><td colspan="2">H≤2m</td><td>±2</td></tr>
<tr><td colspan="2">H>2m</td><td>±3</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="4">侧向弯曲矢高</td><td>$L/2000$，且≤10</td><td rowspan="2">拉线和尺量检查</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="4">扭曲</td><td>$H/250$，且≤10</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td colspan="3" rowspan="2">腹板局部平面度</td><td>t≤14mm</td><td>5.0</td><td rowspan="2">1m 直尺和尺量检查</td></tr>
<tr><td>t>14mm</td><td>4.0</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="4">翼缘板对腹板的垂直度</td><td>$b/100$，且≤3.0</td><td>直角尺和尺量检查</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="4">腹板中心线偏移</td><td>3</td><td>拉线和尺量检查</td></tr>
</table>

续表 8.2.1

类别	序号	项目		质量标准/允许偏差	单位	检验方法
一般项目	8	翼缘板宽度偏差		±3	mm	尺量检查
	9	箱形截面对角线差		5.0		
	10	箱形截面两腹板至翼缘板中心线距离	连接处	±1.0		
			其他处	±1.5		

注：L 为梁长度，H 为梁高度，t 为钢板厚度，b 为翼缘板宽度。

8.2.2 钢平台和钢梯安装质量标准及检验方法除应符合表7.5.2的规定外，尚应符合表 8.2.2 的规定。一般项目检查数量不应少于 10 处。

表 8.2.2 钢平台和钢梯安装质量标准及检验方法

类别	序号	项目		质量标准/允许偏差	单位	检验方法
主控项目	1	基础验收		应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定	—	检查资料复测尺寸
	2	构件验收		应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定，无变形及涂层脱落	—	拉线，钢尺现场实测或观察检查
一般项目	1	外观质量		所有构件表面应光滑、无毛刺，不应有歪斜、扭曲、变形及其他缺陷	—	观察检查
	2	平台梁垂直度		$h/250$，且≤10	mm	尺量检查
	3	平台梁侧向弯曲		$L/1000$，且≤10		
	4	主体结构的整体平面弯曲		总长度的 1/1500，且≤25		
	5	平台	支柱垂直度	支柱高度的 1/1000		垂线和尺量检查
			长度、宽度	±4		尺量检查
			两对角线差	6		

续表 8.2.2

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="3">项　目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th>检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="15">一般项目</td><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">平台</td><td colspan="2">支柱长度</td><td>±5</td><td rowspan="15">mm</td><td>尺量检查</td></tr>
<tr><td colspan="2">平台表面平面度</td><td>3</td><td>1m 靠尺检查</td></tr>
<tr><td rowspan="4">6</td><td rowspan="4">格栅板</td><td colspan="2">栅板片间距离</td><td>±3</td><td rowspan="3">尺量检查</td></tr>
<tr><td rowspan="2">对角线差</td><td>板长>3m</td><td>6</td></tr>
<tr><td>板长≤3m</td><td>3</td></tr>
<tr><td colspan="2">栅板平面度</td><td>3</td><td>2m 靠尺和钢尺检查</td></tr>
<tr><td rowspan="6">7</td><td rowspan="6">钢梯</td><td colspan="2">梯梁纵向挠曲矢高</td><td>梯梁长度的 1/1000</td><td>拉线和尺量检查</td></tr>
<tr><td colspan="2">梯梁长度</td><td>±5</td><td rowspan="7">尺量检查</td></tr>
<tr><td colspan="2">梯安装孔距</td><td>±3</td></tr>
<tr><td colspan="2">梯宽</td><td>±5</td></tr>
<tr><td colspan="2">踏步平面度</td><td>$b/100$</td></tr>
<tr><td colspan="2">踏步间距</td><td>±5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">栏杆</td><td colspan="2">栏杆高度</td><td>±5</td></tr>
<tr><td colspan="2">栏杆立柱间距</td><td>±10</td></tr>
</table>

注：L 为平台梁长度，b 为钢梯宽度，h 为平台梁高度。

8.2.3 压型钢板质量标准及检验方法应符合表 8.2.3 的规定。

表 8.2.3　压型钢板质量标准及检验方法

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th>项　目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th>检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="3">主控项目</td><td>1</td><td>压型钢板品种、规格和质量</td><td>应符合设计要求和国家现行有关材料标准的规定</td><td>—</td><td>检查出厂质量证明文件</td></tr>
<tr><td>2</td><td>外观质量</td><td>无涂层损伤、变形和颜色不匀</td><td>—</td><td rowspan="2">观察检查</td></tr>
<tr><td>3</td><td>连接</td><td>应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定，连接处应严密、不漏浆</td><td>—</td></tr>
</table>

续表 8.2.3

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="2">项　目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th>检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="5">一般项目</td><td>1</td><td colspan="2">铺设缝</td><td>相邻两排长边的搭接缝应错开</td><td>—</td><td>观察检查</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">孔洞加固</td><td>应满足设计要求，位置准确、牢固</td><td>—</td><td>观察和钢尺检查</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">压型钢板固定质量</td><td>焊钉（栓钉）施工应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定</td><td>—</td><td>检查焊接工艺评定、现场焊接参数</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">搭接长度</td><td>纵向</td><td>应符合设计要求或不小于 20</td><td rowspan="2">mm</td><td rowspan="2">钢尺检查</td></tr>
<tr><td>横向</td><td>应符合设计要求或不小于 1 波</td></tr>
</table>

8.2.4 混凝土平台模板安装质量标准及检验方法应符合表8.2.4的规定。

表 8.2.4　混凝土平台模板安装质量标准及检验方法

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="2">项　目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th colspan="2">检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="2">主控项目</td><td>1</td><td colspan="2">模板及其支架</td><td>应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，能可靠地承受浇筑混凝土的重量、侧压力以及施工荷载</td><td>—</td><td colspan="2">检查计算书，观察和手摇动检查</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">隔离剂</td><td>不得玷污钢筋与混凝土接合处</td><td>—</td><td colspan="2" rowspan="2">观察检查</td></tr>
<tr><td rowspan="5">一般项目</td><td>1</td><td colspan="2">预埋件、预埋孔（洞）</td><td>应齐全、正确、牢固</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">起拱度（长度≥4m）</td><td>设计有要求</td><td>应符合设计要求</td><td>—</td><td rowspan="2">水准仪或钢尺检查</td><td rowspan="4">抽查数量不少于10处</td></tr>
<tr><td>设计无要求</td><td>应为全跨长的1/1000～3/1000</td><td rowspan="3">mm</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">底模上表面标高</td><td>±5</td><td>水准仪、拉线或钢尺检查</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">相邻两模板表面高低差</td><td>2</td><td>钢尺检查</td></tr>
</table>

续表 8.2.4

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="2">项　　目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th colspan="2">检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="4">一般项目</td><td>5</td><td colspan="2">表面平整度</td><td>5</td><td rowspan="4">mm</td><td>2m 靠尺和塞尺检查</td><td rowspan="4">抽查数量不少于10处</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">预埋件中线位置</td><td>3</td><td rowspan="3">钢尺检查</td></tr>
<tr><td rowspan="2">7</td><td rowspan="2">预埋孔（洞）</td><td>中心线位置</td><td>10</td></tr>
<tr><td>尺寸</td><td>+10
0</td></tr>
</table>

8.2.5 高强螺栓的连接应符合本规范第 7.5.6 条的规定。

9　内衬和隔热层

9.1　一 般 规 定

9.1.1　内衬和隔热层材料的运输、贮存和施工应采取防雨、防湿和防潮措施。有防冻要求的材料，应采取防冻措施。

9.1.2　钢内筒和钢烟囱内衬采用浇注料、喷涂料时，筒壁应进行基层处理，除锈应符合设计要求。锚固件设置应符合设计要求，焊接应牢固。

9.1.3　施工中不得任意改变不定形材料的配合比。不得在搅拌好的不定形材料内任意加水或其他物料。

9.2　砖内衬(筒)和隔热层

9.2.1　支承砖内衬(筒)的环形悬臂表面应用 1∶2 水泥砂浆抹平。有防腐要求时，水泥砂浆找平层施工后，应按设计要求进行防腐处理。

9.2.2　内衬(筒)应分层砌筑，不应留直槎，砌体砖缝灰浆应饱满。内衬内表面和内筒表面均应勾缝。

砌筑用水泥砂浆应每 10m 留置一组试块。

9.2.3　内衬(筒)厚度为 1/2 砖时，应采用顺砖砌筑，并应互相交错半砖；厚度为 1 砖时，应采用顶砖砌筑，并应互相交错 1/4 砖；异型砖应交错其宽度的 1/2。

9.2.4　采用空气隔热层的单筒烟囱，砌筑内衬应从内衬向烟囱筒壁方向挑出顶砖。顶砖应按梅花形布置，并应按竖向间距 1m、环向间距 0.5m 挑出一块顶砖，顶砖与筒壁之间应留设 10mm 膨胀缝。当设计有规定时，应按设计规定留设。

9.2.5　筒壁与内衬之间的空隙内，应防止落入泥浆或砖屑。当设

计规定填充隔热材料时，应在内衬每砌好10层砖后填充一次，隔热层应填充饱满。当隔热层为松散隔热材料时，应按设计规定留设防沉带。

施工时，应经常检查隔热层厚度以及防沉带下部隔热层是否填充饱满。

9.2.6 防沉带在高度方向的间距宜为1.5～2.5m。防沉带与筒壁之间，应留设10mm膨胀缝。当设计有规定时，应按设计规定留设。

9.3 不定形材料内衬

9.3.1 搅拌材料用水，应采用洁净水。沿海地区搅拌用水应经化验，其氯离子浓度不应大于300mg/L。

9.3.2 用于浇筑的模板应有足够的刚度和强度，支模尺寸应准确，并应防止在施工过程中变形。模板接缝应严密，不应漏浆。模板表面应采取防粘措施。

与浇注料接触的隔热衬体表面，应采取防水措施。

9.3.3 浇注料和喷涂料应采用强制式搅拌机搅拌。配合比、搅拌时间和养护方法应按设计要求或使用说明书执行。浇注料和喷涂料在养护期间，不得受外力及振动。

9.3.4 浇注料的浇筑应连续进行。在前层浇注料凝结前，应将次层浇注料浇筑完毕。间歇超过凝结时间，应按施工缝要求处理。浇注料内衬表面不得有剥落、裂缝或孔洞等缺陷。

9.3.5 非承重模板，应在浇注料强度保证其表面和棱角不因拆模而受损坏或变形时，方可拆除；承重模板应在浇注料达到设计强度70％后，方可拆除。

9.3.6 现场施工的浇注料，对每一种牌号或配合比，应每20m^3为一批留置试块检验，不足此数应作一批检验。

9.3.7 喷涂料施工前，应按喷涂料牌号规定的施工方法或说明进行试喷，并应确定各项参数。

9.3.8 喷涂前应检查金属支承件的位置、尺寸及焊接质量，焊渣应清理干净。

支承架有钢丝网时，网与网之间应搭接一个格。但重叠不得超过3层，绑扣应朝向非工作面。

9.3.9 喷涂料应采用半干法喷涂。喷涂时，料和水应均匀连续喷射，喷涂面上不得出现干料和流淌。

9.3.10 喷涂应分段连续进行，并应一次喷到设计厚度。内衬设计较厚需分层喷涂时，应在前层喷涂料凝结前喷完次层。施工中断时，宜将接槎处做成直槎，继续喷涂前应将接槎处用水湿润。

附着在支承件上的回弹料和散射料，应及时清除。

9.3.11 喷涂层厚度应及时检查，过厚部分应削平。检查喷涂层可用小锤轻轻敲打，发现空洞或夹层应及时处理。

9.4 质量检验

9.4.1 砖内衬（筒）应每10m高为一个检验批。

9.4.2 砖内衬（筒）和隔热层质量标准及检验方法应符合表9.4.2的规定。

表9.4.2 砖内衬（筒）和隔热层质量标准及检验方法

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="2">检验项目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th>检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="4">主控项目</td><td>1</td><td colspan="2">内衬、隔热层材料品种、牌号、配合比</td><td>应符合设计要求和国家现行有关材料标准的规定</td><td>—</td><td>检查出厂合格证和试验报告</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">灰浆饱满度</td><td>烧结普通黏土砖</td><td>≥80%</td><td>—</td><td rowspan="2">每次检查不少于3处。每处掀起3块砖，用百格网检查粘结面积，取平均值</td></tr>
<tr><td>黏土质耐火砖、轻质隔热砖</td><td>≥90%</td><td>—</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">隔热层的隔热材料填充</td><td>应符合设计要求，填充饱满</td><td>—</td><td>观察检查</td></tr>
</table>

续表 9.4.2

类别	序号	检验项目			质量标准/允许偏差		单位	检验方法	
一般项目	1	内衬（筒）砖缝	烧结普通黏土砖	8mm	+4 0	合格率≥80	mm	在 5m^2 的表面上抽查 10 处，用塞尺检查	
			黏土质耐火砖、轻质隔热砖	4mm	±2	合格率≥90			
			耐火混凝土预制块	6mm	+3 −1	合格率≥80			
	2	内衬表面凹凸不平			半径方向 30			半径方向尺量，竖向 2m 靠尺、楔形塞尺检查	检查10处
					竖向 8				
	3	砖内筒	半径		±20			尺量和仪器检查	
			高度		±0.1%				
	4	砖内筒烟道口	中心线		15				
			标高		±20				
			截面尺寸		±20				
	5	隔热层厚度			±5			尺量检查	
	6	支承内衬的环形悬臂上表面平整度			5			2m 水平尺、楔形塞尺检查	

9.4.3 不定形材料内衬质量标准及检验方法应符合表 9.4.3 的规定。

表 9.4.3 不定形材料内衬质量标准及检验方法

类别	序号	检验项目	质量标准/允许偏差	单位	检验方法
主控项目	1	原材料品种、牌号、配合比	应符合设计要求和国家现行有关材料标准的规定	—	检查出厂合格证和试验报告
	2	内衬结构层间	应各层紧贴或填充饱满；表面平整、圆弧均匀，无环形断裂、裂缝和空洞松散现象	—	观察检查

续表 9.4.3

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="2">检验项目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th colspan="2">检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="2">主控项目</td><td>3</td><td colspan="2">浇注料试块</td><td>应符合设计要求</td><td>—</td><td colspan="2">检查试块检验报告</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">锚固件和支承件</td><td>应符合设计要求，焊接应牢固</td><td>—</td><td colspan="2">观察检查</td></tr>
<tr><td rowspan="4">一般项目</td><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">内衬表面凹凸不平</td><td>半径方向</td><td>20</td><td rowspan="3">mm</td><td rowspan="2">半径方向尺量检查,竖向 2m 靠尺和楔形塞尺检查</td><td rowspan="3">检查 10 处</td></tr>
<tr><td>竖向</td><td>8</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">内衬厚度</td><td>+10
−5</td><td>测针和尺量检查</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">不定形材料与结合面基层处理</td><td>应符合设计要求</td><td>—</td><td colspan="2">观察检查</td></tr>
</table>

10 烟囱的防腐蚀

10.1 一般规定

10.1.1 酸烟气的烟囱防腐蚀形式应包括涂料类、水玻璃耐酸胶泥和耐酸砂浆、耐酸砖、水玻璃轻质耐酸混凝土等。

10.1.2 用于烟囱防腐蚀施工的材料必须具有产品质量证明文件，其质量应符合设计要求和国家现行烟囱防腐蚀材料标准的有关规定，并应提供产品质量技术指标的检测方法。

10.1.3 烟囱防腐蚀材料的供应方应提供材料施工使用指南。材料施工使用指南应包括：

1 烟囱防腐蚀施工前的基层和材料的处理要求和处理工艺；

2 烟囱防腐蚀材料的施工工艺；

3 烟囱防腐蚀工程施工质量的检测标准和手段。

10.1.4 水玻璃类材料防腐蚀工程，养护后的酸化处理应符合现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 的有关规定。

10.2 涂料类防腐蚀

10.2.1 在防腐蚀涂料施工前，应对被涂烟囱基面进行检查与表面处理。

10.2.2 钢筋混凝土烟囱筒壁内表面应坚固、密实和平整，不得有起灰砂、裂缝和油污等现象，并应符合下列规定：

1 混凝土表面应干燥，在深度为 20mm 的厚度内，含水率不应大于 6%；当采用湿固化型材料时，含水率可不受上述限制，但表面不得有渗水；当设计对湿度有特殊要求时，应按设计要求施工。

2 当采用钢模板浇筑钢筋混凝土烟囱时，选用的脱模剂不应污染基层。

10.2.3 钢烟囱或钢内筒筒壁表面的焊渣、毛刺和油污等应清除干净。经除锈处理的筒壁表面，应及时涂刷底层涂料，间隔时间不宜超过 4h。当受到二次污染时，应再次进行表面处理。

10.2.4 防腐蚀涂料使用前应先试涂，合格后方可大面积施工。

10.2.5 单组分厚浆型烟囱排烟筒内表面防腐蚀涂料的施工，应符合下列规定：

1 施工环境温度和相对湿度应满足涂料的施工要求；

2 底层涂料应涂刷均匀，不得漏涂；

3 当面层涂料设计厚度达到或超过 3mm 时，应分层施工；分层施工应在规定的涂抹间隔时间内进行；

4 涂抹厚涂料面层时，应沿烟囱圆周等距离留设不少于三条 5～10mm 的纵向施工缝，每隔 2m 留设一条 5～10mm 的横向施工缝。施工缝宜留斜槎。应在涂抹完的面层达到规定的干燥时间后，再用面层涂料将施工缝抹平。

10.2.6 双组分薄型烟囱排烟筒内表面防腐蚀涂料的施工，应符合下列规定：

1 当施工环境温度在 5℃以下时，不宜施工；

2 应在混凝土筒壁终凝后施工；

3 涂装间隔时间应按产品使用要求执行。

10.2.7 施工后的烟囱防腐蚀涂料面层，应按规定的条件进行养护。

10.2.8 烟囱排烟筒内表面防腐蚀涂料质量标准及检验方法，应符合表 10.2.8 的规定。

表 10.2.8 烟囱排烟筒内表面防腐蚀涂料质量标准及检验方法

类别	序号	项目	质量标准	检验方法
主控项目	1	涂料的品种、规格、性能	应符合设计要求和国家现行标准《烟囱混凝土耐酸防腐蚀涂料》DL/T 693 的有关规定	检查出厂产品质量证明文件和现场取样检测
	2	涂料的配合比	应符合设计要求	检查出厂产品施工指南和现场试验报告
	3	基层表面处理	应符合设计要求和本规范的规定	观察、对比或仪器检查

续表 10.2.8

类别	序号	项目	质量标准	检验方法
主控项目	4	涂料的厚度及遍数	应符合设计要求	厚度检测：碳钢表面可用测厚仪；混凝土表面可用无损探测仪，也可用铁针插入法。 遍数：观察各遍不同色涂层
	5	涂料的外观质量	应涂刷均匀、颜色一致，表面应平整密实，与基层粘结良好，不得起皮、起壳、开裂。不应有漏涂、露底等缺陷	观察检查

10.2.9 钢烟囱、钢内筒及钢构件防腐蚀涂料工程质量标准及检验方法应符合表 10.2.9 的规定。

表 10.2.9 钢烟囱、钢内筒及钢构件防腐蚀涂料工程质量标准及检验方法

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="2">项目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th>检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="6">主控项目</td><td>1</td><td colspan="2">防腐蚀涂料、稀释剂、固化剂材料品种、规格、性能等</td><td>应符合设计要求</td><td>—</td><td>检查出厂资料、合格证</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">涂装前钢材表面除锈</td><td>应符合设计要求和现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB 8923 的有关规定</td><td>—</td><td>铲刀、观察检查</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">涂料、涂装遍数、厚度</td><td>应符合设计要求</td><td>—</td><td rowspan="4">采用漆膜测厚仪检查</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">每遍涂层厚度偏差</td><td>≥−5</td><td rowspan="3">μm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">涂层总厚度偏差（设计无要求时）</td><td>室外 150μm</td><td>≥−25</td></tr>
<tr><td>室内 125μm</td><td>≥−25</td></tr>
<tr><td rowspan="3">一般项目</td><td>1</td><td colspan="2">防腐蚀涂料的型号、名称、颜色及有效期</td><td>应与其质量证明文件相符</td><td>—</td><td rowspan="2">观察检查</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">构件表面</td><td>不应漏涂、涂层应均匀，无脱皮、返锈且无明显皱皮、流坠、针眼和气泡等</td><td>—</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">涂层附着力测试</td><td>应符合现行国家标准《涂层附着力测定法　拉开法》GB/T 5210 的有关规定</td><td>—</td><td>划格检查</td></tr>
</table>

续表 10.2.9

类别	序号	项目	质量标准/允许偏差	单位	检验方法
一般项目	4	构件的标志、标记、编号	应清晰完整	—	观察检查

10.3 水玻璃耐酸胶泥和耐酸砂浆防腐蚀

10.3.1 水玻璃耐酸胶泥和耐酸砂浆制成品的抗压强度、耐酸性、耐热性、耐水性、体积吸水率和抗渗性能，应符合设计规定。

10.3.2 水玻璃类材料的施工环境温度宜为15～30℃，相对湿度不宜大于80%。钠水玻璃材料的施工环境温度不应低于10℃，钾水玻璃材料的施工环境温度不应低于15℃；原材料使用时的温度，钠水玻璃材料不应低于15℃，钾水玻璃材料不应低于20℃。当达不到以上温度要求时，应采取加热保温措施。

10.3.3 施工前，应根据环境温度和初凝时间的要求确定水玻璃耐酸胶泥和耐酸砂浆的材料配合比。

10.3.4 当配制密实型水玻璃耐酸胶泥和耐酸砂浆时，可将水玻璃与外加剂一起加入，并应搅拌均匀。

10.3.5 拌制完后的水玻璃耐酸胶泥和耐酸砂浆内，不得加入任何物料，并应在初凝前使用完。

10.3.6 使用水玻璃耐酸胶泥和耐酸砂浆砌筑烟囱内衬时，应符合下列规定：

1 施工前应将烟囱内衬用砖的表面清理干净；

2 宜采用挤浆法砌筑，灰浆应饱满密实，砖缝厚度应为3～5mm；

3 砌体应错缝砌筑；

4 在水玻璃耐酸胶泥和耐酸砂浆终凝前，一次砌筑的高度应以不变形为限，并应待凝固后再继续施工。

10.3.7 水玻璃类材料的养护期，应符合表10.3.7的规定；当烟囱内衬采用烟囱烘干工艺时，养护期可不按表10.3.7的规定执行。

表 10.3.7 水玻璃类材料的养护期

材料名称		养护期(d)			
		10～15℃	16～20℃	21～30℃	31～35℃
钠水玻璃材料	普通型	≥12	≥9	≥6	≥3
	密实型	≥25	≥20	≥12	≥6
钾水玻璃材料	普通型	—	≥14	≥8	≥4
	密实型	—	≥28	≥15	≥8

10.3.8 水玻璃耐酸胶泥和耐酸砂浆砌筑的内衬质量标准及检验方法,应符合表 10.3.8 的规定。

表 10.3.8 水玻璃耐酸胶泥和耐酸砂浆砌筑的内衬质量标准及检验方法

类别	序号	项目	质量标准	单位	检验方法
主控项目	1	水玻璃类材料的品种、规格、性能	应符合设计要求和国家现行标准《火力发电厂烟囱(烟道)内衬防腐材料》DL/T 901 的有关规定	—	检查产品出厂质量证明文件和现场取样检验
	2	水玻璃类材料的施工配合比	应符合设计要求	—	检查材料施工使用指南、现场试验和搅拌记录
一般项目	1	表面平整度	沿半径方向不大于 30	mm	半径方向尺量检查,检查 10 点
	2	厚度	不小于设计厚度	mm	测针和尺量检查,检查 10 点
	3	外观	填充饱满,表面平整,圆弧均匀。无环形断裂、裂缝和空壳松散现象	—	检查数量 $50m^2$ 一处

10.4 耐酸砖防腐蚀

10.4.1 烟囱用耐酸砖的品种、规格和等级,应符合设计要求;耐酸砖的抗压强度、体积吸水率、耐酸性、耐热性和耐水性,应符合设

计要求。

10.4.2 砌筑耐酸砖采用的水玻璃耐酸胶泥的质量要求和检验方法，应符合本规范第10章第3节的规定。

10.4.3 耐酸砖防腐蚀内衬质量标准及检验方法应符合表10.4.3的规定。

表10.4.3 耐酸砖防腐蚀内衬质量标准及检验方法

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="2">项　目</th><th>质量标准/允许偏差</th><th>单位</th><th>检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="8">主控项目</td><td>1</td><td colspan="2">耐酸砖的品种、规格、性能</td><td>应符合设计要求和国家现行标准《火力发电厂烟囱(烟道)内衬防腐材料》DL/T 901的有关规定</td><td>—</td><td>检查出厂质量证明文件和现场取样检测</td></tr>
<tr><td rowspan="7">2</td><td rowspan="7">耐酸砖的外观质量</td><td rowspan="3">裂纹</td><td>宽度小于0.2，长度不限</td><td rowspan="3">mm</td><td rowspan="3">塞尺量测</td></tr>
<tr><td>宽度0.2～0.5，长度小于50</td></tr>
<tr><td>宽度大于0.5，不允许有裂纹</td></tr>
<tr><td>釉面(工作面)</td><td>不允许有开裂和釉裂</td><td>—</td><td>目测</td></tr>
<tr><td rowspan="3">变形</td><td>翘曲：大面1.0</td><td rowspan="3">mm</td><td rowspan="3">直尺和塞尺量测</td></tr>
<tr><td>大小头：大面2.5</td></tr>
<tr><td>条面、顶面：1.0</td></tr>
<tr><td rowspan="2">一般项目</td><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">砖缝</td><td>胶泥饱满度</td><td>≥90%</td><td>—</td><td>用百格网检查，抽查3处，每处检查3块，取平均值</td></tr>
<tr><td>厚度4mm</td><td>允许增大量为2</td><td>mm</td><td>塞尺检查，在5m²表面抽取10点，允许增大不超过5点</td></tr>
</table>

10.5 水玻璃轻质耐酸混凝土防腐蚀

10.5.1 水玻璃轻质耐酸混凝土制成品的抗压强度、耐酸性、耐热

性、自然干燥线性收缩率和抗渗性能应符合设计要求。

10.5.2 当配制密实型水玻璃轻质耐酸混凝土时，可将水玻璃与外加剂一起加入，并应搅拌均匀。

10.5.3 水玻璃轻质耐酸混凝土内的铁件、铁丝网格或钢筋网均应在施工前除锈，并应涂刷防腐蚀涂料。

10.5.4 水玻璃轻质耐酸混凝土的浇筑施工，应符合下列规定：

1 模板应支撑牢固，拼缝应严密，表面应平整，并应涂脱模剂；

2 当采用插入式振动器时，每层的浇筑高度不宜大于200mm，插点间距不应大于作用半径的1.5倍，振动器应缓慢拔出，不得留有孔洞。当采用平板振动器或人工捣实时，每层浇筑的高度不宜大于100mm；

3 当浇筑高度大于本条第2款的规定时，应分层连续浇筑。分层浇筑时，上一层应在下一层初凝前完成；

4 当需留设施工缝时，在继续浇筑前应将该处打毛清理干净，并应薄涂一层水玻璃胶泥，稍干后再继续浇筑；

5 水玻璃轻质耐酸混凝土在不同环境温度下的立面拆模时间应根据使用材料特性在现场通过实验确定，也可按表10.5.4的规定执行。拆模后不得有蜂窝麻面和裂纹等缺陷。当有大量蜂窝麻面和裂纹等缺陷时应返工；少量缺陷时应将该处清理干净，并应用同型号的水玻璃耐酸胶泥或耐酸砂浆进行修补。

表 10.5.4 水玻璃轻质耐酸混凝土的立面拆模时间

材料名称		拆模时间(d)			
		10～15℃	16～20℃	21～30℃	31～35℃
钠水玻璃混凝土	普通型	≥5	≥3	≥2	≥1
	密实型	≥7	≥5	≥4	≥2
钾水玻璃混凝土	普通型	—	≥5	≥4	≥3
	密实型	—	≥7	≥6	≥5

10.5.5 水玻璃轻质耐酸混凝土的养护应符合本规范第10.3.7条的规定。

10.5.6 水玻璃轻质耐酸混凝土质量标准及检验方法应符合表10.5.6的规定。

表10.5.6 水玻璃轻质耐酸混凝土质量标准及检验方法

<table>
<tr><th>类别</th><th>序号</th><th colspan="2">项　目</th><th>质量标准</th><th>单位</th><th>检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="2">主控项目</td><td>1</td><td colspan="2">材料的品种、规格、性能</td><td>应符合设计要求和国家现行标准《火力发电厂烟囱(烟道)内衬防腐材料》DL/T 901的有关规定</td><td>—</td><td>检查出厂产品质量证明文件和现场取样检测</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">水玻璃轻质混凝土的施工配合比</td><td>应符合设计要求</td><td>—</td><td>检查材料施工使用指南、现场试验和搅拌记录</td></tr>
<tr><td rowspan="3">一般项目</td><td>1</td><td rowspan="3">内表面</td><td>平整度</td><td>沿半径方向不大于30</td><td rowspan="2">mm</td><td>尺量</td></tr>
<tr><td>2</td><td>厚度</td><td>不小于设计厚度</td><td>测针和尺量检查</td></tr>
<tr><td>3</td><td>外观</td><td>应平整、无裂缝和蜂窝麻面,无起壳、脱层</td><td>—</td><td>检查数量50m² 一处,目测检查</td></tr>
</table>

11 附属工程

11.0.1 烟囱的爬梯、围栏、避雷器导线及其他埋设件，应在筒壁施工过程中安装，埋设件深度应符合设计要求。

11.0.2 爬梯和信号台等金属零件，应在安装前将外露部分涂刷防锈剂；安装后，连接处应补刷。

11.0.3 烟囱附件中的螺栓均应拧紧，不得遗漏。爬梯及其围栏应上下对正。

11.0.4 电气系统的安装应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定。烟囱避雷器的零件应焊接牢固。避雷器的接地极宜在基坑回填土前安装。

11.0.5 避雷器安装完成后，应检查接地电阻，接地电阻的数值应符合设计要求。

11.0.6 安装烟囱筒首保护罩时，应用水泥砂浆找平，并应粘结牢固。

11.0.7 烟囱航空色标漆涂刷应符合设计要求和现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 和《建筑涂饰工程施工及验收规程》JGJ/T 29 的规定。

11.0.8 烟囱排水管的安装应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的有关规定。

11.0.9 烟囱工程应按设计要求设置沉降、倾斜观测点、测温孔和烟气检测孔，并应定期进行观测。

11.0.10 避雷设施安装质量标准及检验方法应符合表 11.0.10 的规定。

表 11.0.10 避雷设施安装质量标准及检验方法

类别	序号	项目	质量标准	检验方法
主控项目	1	避雷设施的材料	应符合设计要求和现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的规定	观察并核对技术资料
	2	接地极、接地电阻	应符合设计要求	兆欧表测定，全数检查
一般项目	1	避雷设施的安装	应符合设计要求和现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的规定	观察并用兆欧表和尺量检查

11.0.11 航空标志质量标准及检验方法应符合表 11.0.11 的规定。

表 11.0.11 航空标志质量标准及检验方法

类别	序号	项目	质量标准	检验方法
主控项目	1	航空标志的材料和设备的规格、型号、性能	应符合设计要求和现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的规定	检查出厂证明文件和试验资料
	2	色标漆厚度或道数	应符合设计要求和国家现行标准《建筑涂饰工程施工及验收规程》JGJ/T 29	观察检查
	3	航空障碍灯具和线路的安装	应符合设计要求和现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303的规定	
一般项目	1	基层表面	应平整、清洁，无起砂、起壳和油污等现象，基层含水率应符合现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 的有关规定	
	2	外观质量	均匀、颜色一致，无露底、脱皮、裂缝和起砂等缺陷	

11.0.12 烟囱照明设施安装质量标准应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定。

12 冬期施工

12.1 一般规定

12.1.1 当室外日平均气温连续5d稳定低于5℃时，应为烟囱工程冬期施工。

12.1.2 当烟囱工程冬期施工时，应根据工程结构和气温条件，制定冬期施工方案。

12.1.3 冬期施工时，应做专门的施工温度记录。

12.1.4 烟囱工程冬期施工时，砖烟囱筒壁应进行强度验算。钢筋混凝土烟囱基础和筒壁应进行热工计算。

12.2 基 础

12.2.1 冬期进行土方施工前，应具有地质勘察资料及地基土的主要冻土性能资料。

12.2.2 当挖好的基坑需越冬后浇筑基础时，基坑应采取防止基土受冻的保温措施。

12.2.3 烟囱基础冬期施工时，可采用下列方法：

1 环形和圆形板式基础当最低气温高于－10℃时，宜采用综合蓄热法，低于－10℃时宜采用暖棚法。

2 薄壳基础在气温低于0℃时宜采用暖棚法。

12.2.4 在基础施工中，施工场地周围应设置排水设施，不得使地基和基础被水浸泡。

12.2.5 基础施工完毕，应及时将回填土填至设计标高。在基础底板下的基土遭受冻害前，除应回填好基坑外，并应在环壁内采取铺设保温材料的防护措施，铺设厚度应由热工计算确定。

12.3 砖烟囱筒壁

12.3.1 砖烟囱筒壁冬期施工时，可采用下列方法：

1 活动暖棚法；

2 半冻结法；

3 冻结法。

注：1 采用冻结法或半冻结法时，筒壁有洞口的砌体部分，应在暖棚内砌筑，并在温度不低于15℃的条件下保持7d以上。

2 采用半冻结法和外工作台施工时，筒壁内应设置保温盖板，并随砌筑随提升。

12.3.2 采用冻结法砌筑时，筒壁水平截面的计算应力不应超过砌体融解的抗压强度。砌体融解期的抗压强度可按表12.3.2采用。

表 12.3.2 冻结法砌体融解期的抗压强度值(MPa)

砌体种类	砖的强度等级		
	MU20	MU15	MU10
烧结普通黏土砖	0.94	0.82	0.67

注：30m以下的砖烟囱筒壁，采用冻结法砌筑时，可不核算筒壁水平截面的计算应力。

12.3.3 当筒壁截面的计算应力超过冻结法砌体融解期的抗压强度时，可采用半冻结法砌筑，其砌体的抗压强度可用表12.3.2的值乘以表12.3.3的砌体加强系数求得。

表 12.3.3 采用半冻结法砌体加强系数

砂浆强度等级	砌体加热时的融解深度		
	20%～40%壁厚	41%～60%壁厚	≥61%壁厚
M2.5	1.15	1.4	1.7
M5	1.2	1.6	1.9

12.3.4 砌体加热时的融解深度可按表12.3.4采用。

表 12.3.4 砌体加热时融解深度(%)

<table>
<tr><td rowspan="3">项次</td><td colspan="2">平均气温(℃)</td><td colspan="12">融解时间(d)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">筒壁外部</td><td rowspan="2">筒壁内部</td><td colspan="4">2 砖</td><td colspan="4">2 1/2 砖</td><td colspan="4">3 砖</td></tr>
<tr><td>5</td><td>10</td><td>15</td><td>28</td><td>5</td><td>10</td><td>15</td><td>28</td><td>5</td><td>10</td><td>15</td><td>28</td></tr>
<tr><td>1</td><td>−5</td><td>+15</td><td>50</td><td>60</td><td>65</td><td>70</td><td>40</td><td>55</td><td>60</td><td>70</td><td>35</td><td>50</td><td>55</td><td>70</td></tr>
<tr><td>2</td><td>−5</td><td>+25</td><td>65</td><td>75</td><td>80</td><td>80</td><td>55</td><td>70</td><td>75</td><td>80</td><td>50</td><td>65</td><td>70</td><td>80</td></tr>
<tr><td>3</td><td>−15</td><td>+15</td><td>30</td><td>30</td><td>35</td><td>35</td><td>25</td><td>30</td><td>35</td><td>35</td><td>25</td><td>30</td><td>35</td><td>35</td></tr>
<tr><td>4</td><td>−15</td><td>+25</td><td>40</td><td>45</td><td>45</td><td>45</td><td>35</td><td>45</td><td>50</td><td>50</td><td>35</td><td>45</td><td>50</td><td>50</td></tr>
<tr><td>5</td><td>−25</td><td>+15</td><td>10</td><td>15</td><td>15</td><td>15</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>20</td><td>15</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td></tr>
<tr><td>6</td><td>−25</td><td>+25</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td><td>35</td><td>35</td><td>30</td><td>30</td><td>35</td><td>35</td></tr>
</table>

12.3.5 烧结普通黏土砖在正温度条件下砌筑时，应浇水湿润；在负温度条件下砌筑时，应增大砂浆的稠度，不得浇水。

12.3.6 采用冻结法或半冻结法砌筑时，砖可不加热。砌筑前，应清除表面污物和冰雪等。不得使用水浸受冻的砖。砌筑后的砌体表面应覆盖保温材料。当采用暖棚法砌筑时，砖的预热温度不应低于 5℃。

12.3.7 砌筑时砂浆的最低温度，可按表 12.3.7 采用。

表 12.3.7 砌筑时砂浆的最低温度

项　　次	外部气温(℃)	砂浆的最低温度(℃)
1	0～−10	10
2	−11～−15	15
3	−15 以下	20

12.3.8 当冬期砌筑筒壁设计无要求，且当日最低气温高于−25℃时，砂浆强度等级应比设计规定提高一级；当日最低气温低于−25℃时，则应提高二级。

12.3.9 冬期施工时，可在砂浆内添加早强剂。当添加早强剂中含有氯离子时，砌体中配置的钢筋应做防腐处理。

12.3.10 采用半冻结法砌筑时，筒壁内工作台以下的最低温度应

符合表 12.3.10 的规定。

表 12.3.10 筒壁内工作台以下的最低温度

项　　次	外部气温(℃)	筒壁内的最低温度(℃)
1	0～－10	15
2	－11～－20	20
3	－21 以下	25

12.3.11 采用冻结法砌筑结束后，应立即在筒壁内部加热。加热时，应沿全圆周均匀、缓慢地进行。加热时间应持续至砌体达到所需的强度为止，宜为 7～14d。

筒壁加热时，应观察其下沉量和垂直度。当出现设计不允许的变形时，应停止加热，并应查明原因，将其消除。

12.3.12 筒壁上的环箍应在加热前安装完毕。

12.4 钢筋混凝土烟囱筒壁

12.4.1 钢筋混凝土烟囱筒壁采用电动(液压)提模工艺和移置模板工艺冬期施工时，可采用活动暖棚法或电热法。

钢筋混凝土烟囱筒壁采用滑动模板工艺施工时，不宜冬期施工。当气温低于 0℃继续施工时，应采取保证安全和质量的措施，否则不得继续施工。

12.4.2 冬期施工时，混凝土的强度等级应比设计规定提高一级。

12.4.3 混凝土的入模温度不应低于 5℃。

12.4.4 筒壁混凝土持续加热养护后的强度，1/2 高度以下部分应达到设计强度 70%以上，1/2 高度以上部分应达到设计强度 50%以上。

12.4.5 采用活动暖棚法施工时，暖棚内的温度不应低于 15℃。

12.5 钢烟囱、钢内筒和钢构件

12.5.1 在工作温度等于或低于－20℃的地区，结构施工宜符合下列要求：

1　安装连接宜采用螺栓连接；

2　受拉构件的钢材边缘宜为轧制边或自动气割边。对厚度大于10mm的钢材采用手工气割或剪切边时，应沿全长刨边；

3　应采用钻成孔或先冲后扩钻孔；

4　对接焊缝的质量等级不得低于二级。

12.5.2　在负温度下安装的测量校正、高强度螺栓安装、施工及焊接工艺等，应在安装前进行工艺试验或评定，并应在此基础上制定相应的施工工艺或方案。

12.5.3　负温度下钢构件焊接选用的焊条和焊丝，在满足设计强度要求的前提下，应选择屈服强度较低，冲击韧性较好的低氢型焊条，重要部位应采用高韧性超低氢型焊条。

12.5.4　在负温度下露天焊接时，宜搭设临时防护棚，雨水或雪花不得飘落在炽热的焊缝上。

12.5.5　钢构件上使用的涂料应符合负温度下涂刷的性能要求，不得使用水基涂料。

12.5.6　在负温度下的钢构件上涂刷防腐涂层前，应进行涂刷工艺试验，并应保持构件表面干燥。

12.6　内　　衬

12.6.1　砌筑烧结普通黏土砖和其他材质耐火砖内衬时，工作地点及砌体周围的温度均不应低于5℃。

12.6.2　使用水泥混合砂浆或水泥砂浆砌筑烧结普通黏土砖内衬时，可采用冻结法施工，并应按冻结法砌筑规定执行。

12.6.3　采用冻结法或半冻结法砌筑的砖烟囱，其内衬应在筒壁砌筑完成并加热后再进行砌筑。

12.6.4　采用耐火砖砌筑的内衬，应在砌筑前将砖预热至正温度。采用喷涂料或浇注料材料施工的内衬，施工时材料的温度不宜低于10℃。

12.6.5　调制浇注料的水可加热，硅酸盐水泥浇注料的水温不得

超过 60℃，高铝水泥耐火浇注料的水温不得超过 30℃。水泥不得直接加热。

12.6.6 水泥浇注料的养护，可采用蓄热法或加热法。加热硅酸盐水泥浇注料的温度不得超过 80℃，加热高铝水泥耐火浇注料的温度不得超过 30℃。

12.6.7 喷涂施工，应对骨料和水在装入搅拌机前加热，并应对喷涂料管、水管及受喷部位采取保温措施。

13 施工安全

13.0.1 烟囱工程施工前，应制定安全操作规程、岗位责任制和安全技术措施。

13.0.2 凡高处作业人员，应经医生身体检查合格，并应经安全技术培训和考试合格。

13.0.3 烟囱周围应设立施工危险区，100m 以下的烟囱距筒壁不宜少于 10m；100m 以上的烟囱距筒壁不宜少于烟囱高度的 1/10。施工危险区应设立明显标志。在危险区内的通道应搭设保护棚。

13.0.4 在烟囱内部距地面 2.5～5m 处应搭设保护棚。采用移置模板连续施工至第一层烟囱平台，继续施工时，可利用该平台作为保护棚。

13.0.5 工作台周围应设置围栏和安全网，内外吊梯的外侧和底部以及工作台底部均应设置安全网。

钢管竖井架人行出入口的四周应设置金属保护网。

13.0.6 提升罐笼的卷扬机应设置防止冒顶和蹾罐的限位开关以及行程高度指示器，电磁抱闸应工作可靠。

13.0.7 乘人和上料罐笼应设置断绳安全卡，并应增设保险钢丝绳。使用前应进行安全试验，使用过程中应经常检查。在烟囱底部罐笼停放处应设置缓冲装置。

13.0.8 垂直运输系统上下滑轮应设置防止钢丝绳脱槽的装置，并应有专人检查和维护。

13.0.9 安装钢管竖井架时，应每 15～20m 高安装一道风缆绳。

13.0.10 施工筒壁时，在筒壁与钢管竖井架之间，每 10m 应安装一道柔性连接器，每 20m 高度应搭设一层保护棚。在内保护棚

处，可不安装柔性连接器。

13.0.11 采用电动(液压)提模或滑动模板工艺施工时，提模或滑升前应做1.25倍的满负荷静载试验和1.1倍的满负荷滑升试验。

13.0.12 采用滑动模板工艺施工时，外爬梯应随筒壁的升高及时安装。

13.0.13 无井架滑动模板提升时，应先放松滑道绳后提升工作台，并应使滑道绳放松的长度大于工作台一次提升的高度。滑道绳宜设置测力装置，拉紧力应符合施工方案的要求。

13.0.14 采用滑动模板工艺施工时，应注意模板和围圈收分受阻、平台倾斜、扭转和漂移、支撑杆失稳和漏焊、局部塌落等异常现象，并应及时查明原因进行处理。

13.0.15 采用电动(液压)提模或滑动模板工艺施工时，混凝土未达到规定的强度，不得提升或滑升模板。

13.0.16 筒壁施工过程中，直径随筒壁的增高而变小时，应缩小工作台。

13.0.17 当钢烟囱和钢内筒采用液压提升法施工时，钢绞线切割应采用砂轮切割机，不得采用火焰切割；钢绞线切割后应采取防止油渍、铁屑和泥沙污染的保护措施。

钢筒焊接时应采取可靠的接地措施，并应采取防止电焊机把线与钢绞线相接的措施。

13.0.18 套筒式或多管式烟囱平台上的堆放荷载不得超过允许荷载，荷载应沿平台周围均匀分布。

13.0.19 内衬与筒壁立体交叉作业时，应采取安全防护措施。

13.0.20 在烟囱底部、工作台上与卷扬机房之间，应安装声光信号及通信联络设备。

13.0.21 拆除工作台前，应制定拆除方案，并应在统一指挥下作业。

13.0.22 工作台上应设置配电箱，开关、漏电保护器及供电线路等的设置应符合国家现行标准《施工现场临时用电安全技术规范》

JGJ 46 的有关规定；高处作业的照明、信号灯及电铃用电应采用36V 安全电压。

13.0.23 夜间施工时，在工作台、内外吊梯、钢管竖井架、卷扬机房、搅拌站以及各运输通道等处，应设置充足的照明。

13.0.24 烟囱施工时，应设置临时避雷接地装置，接地电阻不得大于 10Ω。

13.0.25 烟囱施工时，临时航空障碍灯的设置应符合现行国家标准《烟囱设计规范》GB 50051 的有关规定。

13.0.26 当遇到六级或六级以上大风、沙尘暴或雷雨时，所有高处作业应停止，施工人员应迅速下到地面，并应切断电源。

13.0.27 工作台和烟囱底部均应配备灭火器。含有易燃易爆的材料存放处严禁明火。

14 工程质量验收

14.0.1 烟囱工程质量验收记录应包括下列内容：

1 施工现场质量管理检查记录(附录 A)；

2 检验批质量验收记录(附录 B)；

3 分项工程质量验收记录(附录 C)；

4 分部(子分部)工程质量验收记录(附录 D)；

5 单位(子单位)工程质量竣工验收记录(附录 E)；

6 单位(子单位)工程质量控制资料核查记录(附录 E)；

7 单位(子单位)工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录(附录 E)；

8 单位(子单位)工程观感质量检查记录(附录 E)。

14.0.2 烟囱工程验收时，应提供下列技术资料：

1 竣工图、设计变更、洽商记录及其他相关设计文件；

2 材料代用证件；

3 原材料、半成品和成品的出厂合格证、检验报告单；

4 混凝土和砂浆试块的性能检验报告；

5 钢筋接头试验报告；

6 焊缝无损检测报告；

7 混凝土及砂浆配合比通知单；

8 混凝土工程施工记录；

9 防腐蚀工程施工记录；

10 新材料、新工艺施工记录；

11 施工现场质量管理检查记录；

12 有关安全及功能的检验和见证检测项目检查记录；

13 有关观感质量检验项目的检查记录；

14　单位(子单位)工程所含各分部工程质量验收记录；

15　分部(子分部)工程所含各分项工程质量验收记录；

16　分项工程所含各检验批质量验收记录；

17　强制性条文检验项目检查记录及证明文件；

18　隐蔽工程检验项目检查验收记录；

19　不合格项的处理记录及验收记录；

20　工程质量事故及事故调查处理资料；

21　重大质量、技术问题实施方案及验收记录；

22　工程测量结果,包括沉降观测记录；

23　其他有关文件和记录。

15 烟囱烘干

15.0.1 常温季节施工的烟囱，使用前可烘干；采用冻结法砌筑的砖烟囱，在砌筑结束后，应立即加热和烘干；通风烟囱可不烘干。

15.0.2 烟囱烘干前，应根据烟囱的结构和施工季节等制定烘干温度曲线和操作规程。烘干温度曲线和操作规程的主要内容应包括烘干期限、升温速度、恒温时间、最高温度、烘干措施和操作要点等。

烘干后不立即投入生产的烟囱，在烘干温度曲线中还应注明降温速度。当降到100℃时，应将烟道口堵死。

15.0.3 烟囱的烘干温度曲线和烘干时间应按有关要求确定；当无要求时，烟囱的烘干时间可按表15.0.3采用。

表15.0.3 烟囱的烘干时间(d)

项次	烟囱高度(m)	砖烟囱				钢筋混凝土烟囱	
		常温施工		冬期施工		常温施工	冬期施工
		无内衬	有内衬	无内衬	有内衬	有内衬	
1	40以下	3	4	5	7	—	—
2	41～60	4	5	6	8	3	4
3	61～80	5	6	8	10	4	5
4	81～100	7	8	10	13	5	6
5	101～150	—	—	—	—	6	8
6	151～200	—	—	—	—	8	10
7	200以上	—	—	—	—	10	12

注：1 采用冻结法砌筑的砖烟囱，烘干后不立即投入生产的，其烘干时间应增加2～3d。在此时间内，应保持在烘干温度曲线内所规定的最高温度。

2 冬期已烘干过的，但到生产前相隔了两个月以上的烟囱，应在第二次烘干后再投入生产，其烘干时间可减少一半。

15.0.4 烟囱烘干时，应逐渐地升高温度，其最高温度可按表15.0.4采用。

表15.0.4 烘干最高温度

烟囱分类	砖烟囱		钢筋混凝土烟囱
烘干最高温度(℃)	无内衬	有内衬	有内衬
	250	300	200

15.0.5 从工业炉往烟囱内排放烟气时，在最初阶段应系统地检查烟气的成分，并应调整燃烧过程，不得有燃烧不完全的气体通过缝隙和闸板流入烟囱。

15.0.6 当烟囱烘干后出现裂缝时，应进行修理。已烘干的砖烟囱，当筒壁上有环箍时，应在冷却后再次拧紧筒壁上环箍的螺栓。

附录A　施工现场质量管理检查记录

施工现场质量管理检查记录应由施工单位按表A填写，总监理工程师（建设单位项目负责人）进行检查，并做出检查结论。

表A　施工现场质量管理检查记录　　开工日期：

<table>
<tr><td>工程名称</td><td colspan="2"></td><td>施工许可证（开工证）</td><td></td></tr>
<tr><td>建设单位</td><td colspan="2"></td><td>项目负责人</td><td></td></tr>
<tr><td>设计单位</td><td colspan="2"></td><td>项目负责人</td><td></td></tr>
<tr><td>监理单位</td><td colspan="2"></td><td>总监理工程师</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">施工单位</td><td colspan="2" rowspan="2"></td><td>项目经理</td><td></td></tr>
<tr><td>项目技术负责人</td><td></td></tr>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">项　　目</td><td colspan="2">内　　容</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">现场项目质量管理制度</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">质量责任制</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">主要专业工种操作上岗证书</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">分包方资质与对分包单位的管理制度</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">施工图审查情况</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">地质勘察资料</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">施工组织设计、施工方案及审批</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="2">施工技术标准</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="2">工程质量检验制度</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="2">搅拌站及计量设置</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>11</td><td colspan="2">现场材料、设备存放与管理</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="5">检查结论：

总监理工程师
（建设单位项目负责人）　　　　　　　　　　　　　　　　年　　月　　日</td></tr>
</table>

附录B　检验批质量验收记录

检验批的质量验收记录应由施工项目专业质量检查员按本规范相关章节要求填写，监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织项目专业质量检查员等进行验收，并按表B记录。

表B ________检验批质量验收记录

<table>
<tr><td colspan="2">工程名称</td><td></td><td>分项工程名称</td><td></td><td colspan="2">验收部位</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">施工单位</td><td></td><td>专业工长</td><td></td><td colspan="2">项目经理</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">施工执行标准名称及编号</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">分包单位</td><td></td><td>分包项目经理</td><td></td><td colspan="2">施工班组长</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="10">主控项目</td><td colspan="2">质量验收规范的规定</td><td colspan="3">施工单位检查评定记录</td><td colspan="2">监理（建设）单位验收记录</td></tr>
<tr><td>1</td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>2</td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>3</td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>4</td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>6</td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>7</td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>8</td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>9</td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">一般项目</td><td>1</td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>2</td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>3</td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>4</td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">施工单位检查评定结果</td><td colspan="6">项目专业质量检查员：
年　月　日</td></tr>
<tr><td colspan="2">监理（建设）单位验收结论</td><td colspan="6">监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）：
年　月　日</td></tr>
</table>

附录C　分项工程质量验收记录

分项工程质量应由监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织项目专业技术负责人等进行验收，并按表C记录。

表C ________分项工程质量验收记录

<table>
<tr><td colspan="2">工程名称</td><td></td><td>结构类型</td><td></td><td colspan="2">检验批数</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">施工单位</td><td></td><td>项目经理</td><td></td><td colspan="2">项目技术负责人</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">分包单位</td><td></td><td>分包单位负责人</td><td></td><td colspan="2">分包项目经理</td><td></td></tr>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">检验批</td><td>施工单位检查评定结果</td><td colspan="4">监理（建设）单位验收结论</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>11</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>12</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>13</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>14</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>15</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>16</td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>检查结论</td><td colspan="3">项目专业技术负责人：
年　月　日</td><td>验收结论</td><td colspan="3">监理工程师
（建设单位项目专业技术负责人）：
年　月　日</td></tr>
</table>

附录D　分部(子分部)工程质量验收记录

分部(子分部)工程质量应由总监理工程师(建设单位项目专业负责人)组织施工项目经理和有关勘察、设计单位项目负责人进行验收,并按表D记录。

表D ________分部(子分部)工程质量验收记录

<table>
<tr><td colspan="2">工程名称</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">结构类型</td><td colspan="2"></td><td>烟囱高度</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">施工单位</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">技术部门负责人</td><td colspan="2"></td><td>质量部门负责人</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">分包单位</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">分包单位负责人</td><td colspan="2"></td><td>分包技术负责人</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">序号</td><td>分项工程名称</td><td colspan="2">检验批数</td><td colspan="2">施工单位检查评定</td><td colspan="3">验收意见</td></tr>
<tr><td colspan="2">1</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="3" rowspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">2</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">3</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">4</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">5</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">6</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">质量控制资料</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3">安全和功能检验(检测)报告</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3">观感质量验收</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td rowspan="5">验收单位</td><td colspan="9">分包单位:
项目经理:　　　　年　月　日</td></tr>
<tr><td colspan="9">施工单位:
项目经理:　　　　年　月　日</td></tr>
<tr><td colspan="9">勘察单位:
项目负责人:　　　　年　月　日</td></tr>
<tr><td colspan="9">设计单位:
项目负责人:　　　　年　月　日</td></tr>
<tr><td colspan="9">监理(建设)单位:
总监理工程师(建设单位项目专业负责人):　　　　年　月　日</td></tr>
</table>

附录 E　单位(子单位)工程质量竣工验收记录

单位(子单位)工程质量竣工验收记录应由施工单位填写，验收结论由监理(建设单位)填写。综合验收结论由参加验收各方共同商定，建设单位填写，应对工程质量是否符合设计和规范要求及总体质量水平做出评价，按表 E-1 记录。

表 E-1 为单位(子单位)工程质量竣工验收的汇总表，与表 D 和表 E-2～表 E-4 配合使用。

表 E-1　单位(子单位)工程质量竣工验收记录

<table>
<tr><td>工程名称</td><td></td><td>结构类型</td><td></td><td>烟囱高度</td><td></td></tr>
<tr><td>施工单位</td><td></td><td>技术负责人</td><td></td><td>开工日期</td><td></td></tr>
<tr><td>项目经理</td><td></td><td>项目技术负责人</td><td></td><td>竣工日期</td><td></td></tr>
<tr><td>序号</td><td>项　　目</td><td colspan="3">验收记录</td><td>验收结论</td></tr>
<tr><td>1</td><td>分部工程</td><td colspan="3">共　　分部，经查　　分部
符合标准及设计要求　　分部</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>质量控制资料核查</td><td colspan="3">共　项，经审查符合要求　项
经核定符合规范要求　　项</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>安全和主要使用功能核查及抽查结果</td><td colspan="3">共核查　　项，符合要求　　项
共抽查　　项，符合要求　　项
经返工处理符合要求　　项</td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>观感质量验收</td><td colspan="3">共抽查　　项，符合要求　　项
不符合要求　　项</td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>综合验收结论</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">参加验收单位</td><td>建设单位</td><td>监理单位</td><td>施工单位</td><td colspan="2">设计单位</td></tr>
<tr><td>（公章）
单位(项目)负责人
年　月　日</td><td>（公章）
单位(项目)负责人
年　月　日</td><td>（公章）
单位(项目)负责人
年　月　日</td><td colspan="2">（公章）
单位(项目)负责人
年　月　日</td></tr>
</table>

表 E-2　单位(子单位)工程质量控制资料核查记录

<table>
<tr><td colspan="2">工程名称</td><td></td><td colspan="2">施工单位</td><td></td></tr>
<tr><td>序号</td><td>资 料 名 称</td><td>份数</td><td>核查意见</td><td colspan="2">核查人</td></tr>
<tr><td>1</td><td>图纸会审、设计变更、洽商记录</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>2</td><td>工程定位测量、放线记录(包括沉降记录)</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>3</td><td>原材料、半成品和成品的出厂合格证、检(试)验报告</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>4</td><td>施工试验报告及见证检测报告</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>5</td><td>隐蔽工程验收记录</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>6</td><td>施工记录</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>7</td><td>分项、分部工程质量验收记录</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>8</td><td>工程质量事故及事故调查处理资料</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>9</td><td>新材料、新工艺施工记录</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>10</td><td>材料代用证件</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>11</td><td>混凝土及砂浆配合比通知单</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>12</td><td>施工现场质量管理检查记录</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>13</td><td>有关安全及功能的检验和见证检验项目检查记录</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>14</td><td>强制性条文检验项目检查记录及证明文件</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>15</td><td>不合格项的处理记录及验收记录</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>16</td><td>重大质量、技术问题实施方案及验收记录</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>17</td><td>设备、电气调试记录</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>18</td><td>有关观感质量检验项目的检查记录</td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="6">检查结论：

施工单位项目经理

年　月　日

总监理工程师
(建设单位项目负责人)

年　月　日</td></tr>
</table>

表 E-3 单位(子单位)工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录

<table>
<tr><td colspan="2">工程名称</td><td colspan="2"></td><td>施工单位</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">安全和功能检查项目</td><td>份数</td><td>核查意见</td><td>抽查结果</td><td>核查(抽查)人</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">烟囱垂直度、高度测量记录</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">烟囱顶部内、外直径测量记录</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">烟道口的位置和尺寸检查记录</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">保温(隔热)测试记录</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">烟囱沉降观测记录</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">障碍灯安装质量检查记录</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">照明、障碍灯全负荷试验记录</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="2">色标涂装质量检查记录</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="2">接地、绝缘电阻测试记录</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">检查结论：

施工单位项目经理　　　　　　　　　　总监理工程师
　　　　　　　　　　　　　　　　　　（建设单位项目负责人）

年　月　日　　　　　　　　　　　　　年　月　日</td></tr>
</table>

注：抽查项目由验收组协商确定。

表 E-4　单位(子单位)工程观感质量检查记录

工程名称									施工单位						
序号	项目	抽查质量状况											质量评价		
													好	一般	差
1	烟囱表面														
2	烟囱轮廓线														
3	平台、爬梯、踏步、护栏														
4	门窗														
5	配电箱、盘、板、接线盒														
6	设备、灯具、开关														
7	避雷接地系统														
8	障碍灯														
9	色标														
观感质量综合评价															

检查结论：

施工单位项目经理　　　　　　　　总监理工程师
　　　　　　　　　　　　　　　　（建设单位项目负责人）

年　月　日　　　　　　　　　　　年　月　日

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1)表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2)表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

烟囱工程施工及验收规范

GB 50078-2008

条 文 说 明

目　　次

1 总　　则

1.0.1、1.0.2 明确了本规范制定的目的和适用范围，其中钢烟囱包括了塔架式的钢烟囱、套筒式和多管式的钢烟囱以及钢内筒。

1.0.3 工程项目的工艺要求是由设计具体规定，设计文件是施工生产的必要条件，按设计施工是基本建设程序的规定。设计文件包括图纸、说明书、材料明细表及标准图等。

1.0.4 对新技术的采用，应采取积极和慎重的态度，新技术未经试验和鉴定，可以试点，但不得推广使用。推广使用的新技术，应建立在科学的基础上，已经成熟并经过鉴定。

1.0.5 烟囱工程涉及多个专业，所涉及的专业施工，应符合该专业国家现行有关规范的要求。

2 术　　语

为了统一本规范中所使用的术语，使本规范使用更方便，此次修订增加了“术语”一章。本规范给出了9个有关烟囱工程施工及验收方面的术语，这些术语主要是从烟囱工程施工及验收的角度赋予其含义的，但含义不一定是术语的定义。本规范同时给出了相应的推荐性英文术语，该英文术语不一定是国际上的标准术语，仅供参考。《烟囱设计规范》GB 50051 已给定的术语，本规范不再赘述。

3 基本规定

3.0.1 烟囱是一个具备独立施工条件并能形成独立使用功能的构筑物，因此可以划分为单位工程。同其他专业标准相比，烟囱具有若干个分部（子分部）工程，因此，本条给出了分部（子分部）工程划分的规定。

3.0.3 主控项目对检验批的基本质量具有决定性影响，因此应全部合格。当采用计数检验时，除有专门规定外，一般项目其检验结果应有80%及以上符合本规范或国家有关标准所规定的合格质量标准的要求。其中“80%及以上”的含义是指，通常合格率控制在大于或等于80%，而个别项目（如梁类、板类构件纵向钢筋的保护层厚度）应达到90%及以上，这种情况应符合具体规定。

3.0.4～3.0.7 根据《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的规定，对烟囱工程质量要求提出具体规定。

3.0.8 分部工程和单位工程存在的严重缺陷，经返修或加固处理仍不能满足烟囱安全使用要求的，严禁验收。

3.0.9 由于烟囱工作条件较为恶劣，因此，构成烟囱的原材料质量对烟囱的安全性和耐久性的影响作用较一般建筑更大。要求工程所用的材料除了应有产品的合格证书或产品性能检测报告外，还要对水泥、砂石、钢筋、钢材、外加剂、耐酸材料等原材料的主要性能进行复验。这里的性能检测报告主要是针对新型防腐蚀材料。近几年，随着环保要求的提高，我国烟气脱硫发展非常快，对防腐蚀材料性能要求越来越高。目前，防腐蚀材料虽种类繁多，但性能差异很大，缺乏统一的国家标准。因此，应用新型材料时须提供国家权威部门出具的检测报告。

3.0.10 烟囱属于高耸结构，要求施工单位应具备相应的专业

资质。

3.0.11 砖烟囱强度指标设计值一般是按施工质量控制等级为B级情况下取值的。砖烟囱及砖内衬的砌筑质量较一般砌体工程要求更高，因此，要求其施工质量控制等级不应低于B级。砌筑类防腐蚀内衬或砖内筒，其密闭性对于防腐蚀具有重要影响，因此规定施工质量控制等级应满足A级要求。

4 基 础

4.1 土方和基坑工程

4.1.1 基坑挖完后，由施工单位会同设计单位、建设单位和监理单位（有的还有地质勘探单位参加）到现场进行检查。如土质的实际情况与设计资料相符合，便签证验收，进行下道工序施工。如土质与设计资料不符合时，由建设单位、设计单位等相关单位提出处理方案。另外原规范中没有涉及监理单位，而实际现在施工中，监理单位经常参与各项工序的检查和监督，因此增加了监理单位。

4.2 钢 筋 工 程

4.2.2 采用绑扎接头时，钢筋的搭接长度应满足设计要求。

4.2.3 环壁内的纵向钢筋有时由于环壁过高，导致钢筋下料长度不够，因环壁是将整个烟囱的力传递到基础的关键部位，故受力筋应焊接。套筒挤压连接、直螺纹和锥螺纹套筒连接已普遍应用到建筑工程，某单位在 120m 烟囱基础施工中进行了应用，不但施工方便，而且抗拉性能大于母材的抗拉性能，取得良好效果。

4.3 模 板 工 程

4.3.3 预留洞口处的上部荷载比较大，在浇筑混凝土后，易产生变形，同时造成接口处模板拆除困难，因此应对模板进行加固。洞口两侧混凝土对称浇筑也至关重要。

4.4 混凝土工程

4.4.1 环壁混凝土浇筑是烟囱施工中关键的部分，因为整个模板、钢筋一次成型，要求混凝土连续一次浇筑完毕，加之筒壁有预

插筋，施工时，有一定难度，容易出现一些混凝土通病，所以分层浇筑，防止混凝土离析，成为至关重要的步骤。根据施工需要，在不影响受力的情况下，征求监理单位同意，环壁可以开口。

4.4.2 基础或环板混凝土应连续一次浇筑完成，以保证结构的整体性。在底板与环壁的连接处[图 4.4.2(a)、(b)]可留设施工缝。对于正倒锥组合壳基础[图 4.4.2(c)]如一次浇完确有困难需要留施工缝时，其位置宜留设在壳体的反弯点处，但反弯点随壳体的高度与环板内外侧的宽度不同而变化。因此，在施工某具体工程时，由施工单位、监理单位和设计单位商定。

根据受力分析，壳体根部内侧的最大弯矩与其径向力之比很小，同时壳体根部的厚度对环板的厚度相对来说很薄，实质上近乎铰接，其弯矩值很小。所以，施工缝以设在壳体与环板的连接处为好，也便于施工。实际上，以往施工的这类壳体基础，施工缝的位置都是留设在壳体与环板的连接处的，经过几十年生产使用没有发现什么问题。

4.5 质量检验

4.5.3 控制好环壁或环梁上表面的标高允许偏差，目的是要求环壁顶部一节或环梁在浇筑混凝土时，应控制好标高，以便为筒壁施工创造好条件，否则，由于环壁或环梁上表面的标高相差较多，不但增加了找平层的厚度，还影响工程质量。

5 砖烟囱筒壁

5.1 一般规定

5.1.1 在筒壁砌筑前，为了便于放线和保持砖层的水平，在基础环壁或环梁的上表面，应先用 1∶2 水泥砂浆抹平。其水平偏差，在全圆周内不得大于 20mm，砂浆找平层的厚度最大不得超过 30mm。

5.1.2 增加坡度尺检查，可随时检查砌体的收分，及时发现偏差，及时纠正。

5.1.3 经调研，目前各施工单位都是每砌筑完 1.25m 检查一次，这样对出现的偏差得以及时纠正，有利于保证工程质量。同时每砌筑完 3～5 层砖，使用坡度尺检查一次筒壁外表面的坡度，如出现偏差应及时纠正。

5.1.4 砌筑用的砂浆，设计时规定了砂浆强度等级，为检查施工时砌体砂浆的实际强度等级是否符合设计要求，应从施工现场取样制作砂浆试块，用于抗压强度试验，以供复核。关于砂浆试块制作的数量是根据大多数施工单位的意见确定的，而砂浆试块的制作、养护及抗压强度取值应按《砌体工程施工及验收规范》GB 50203 的有关规定执行。

5.1.5 近年来，我国各地建造了一些筒壁配筋的砖烟囱。施工时对砖烟囱筒壁内配置钢筋的技术要求与钢筋混凝土烟囱筒壁内的钢筋基本相同。如果设计有要求，按设计施工，如果设计无要求，则纵向钢筋的接头数量在任意截面内不应超过总数的 1/4，搭接长度为 $45d$。其次，纵向钢筋的锚固，其下端应锚固在基础环壁或环梁混凝土中，锚固长度为 $35d$。环向钢筋的接头应错开，搭接长度为 $45d$，保护层为 30mm。

注：d 为钢筋直径。

5.1.6 砖烟囱筒壁上的环箍是承受温度应力的，属于受力构件。环箍的安装质量应以螺栓拧紧到环箍紧贴筒壁并对筒壁产生压力为止。根据施工经验，拧紧螺栓应在砌体砂浆强度达到40%后才不致把砖挤压进去。

5.1.7 环向钢筋一般为ϕ6～8的钢筋，钢筋上下有2mm的砂浆层，这样可以使钢筋和砌体形成一体，起到应有的作用。

5.2 砌 体 工 程

5.2.2 普通黏土砖在浇筑前浇水润湿，对砂浆强度的正常增长、增强砖面与砂浆之间的粘结、保证砌体砂浆的饱满度和砌筑效率等都有直接的影响。

根据某建筑公司对普通黏土砖所做的在不同含水率情况下的小砌体抗剪强度对比试验，其结果是：砌体抗剪强度随砖的含水率增加而提高，含水饱和的砖约为含水率为零时的2倍。砌体抗压强度也随含水率增加而提高，含水率为5%～10%和水饱和的砖，其抗压强度比含水率为零的砖，分别提高20%和30%左右。但是，如果将砖浇到饱和或接近饱和状态，除了施工现场难以做到外，同时由于砂浆稠度增大，往往使砌体产生滑动变形，并且因砂浆流淌而使墙面不能保持清洁。因此，含水率的确定应考虑对砌体强度的影响和实际操作的要求。故针对我国普通黏土砖吸水率（即饱和含水率）一般在20%左右的实际情况，规定其含水率宜为10%～15%。经测定，10%～15%的含水率相当于普通黏土砖断面四周的吸水深度为10～20mm。因此，在现场检查时可将整砖打断，断面四周的吸水深度不小于15mm时，即认为合格。

5.2.3 为保持筒壁截面外圆周的弧形和砖缝的适宜宽度，应采用顶砖砌筑。根据计算，当砖缝宽度不能满足规范要求时，便应相间地配置楔形砖。只有在筒壁外径大于5m时，才可采用顺砖与顶砖交错砌筑。

5.2.8 砖烟囱筒壁砌筑过程中应避免用细砂，因为可能影响筒身

强度,而粗砂过筛太浪费,用中砂过筛,既不影响施工,又能保证砌体质量。

5.2.9 根据试验结果表明:砂浆强度随着使用时间的延长而降低,所有砂浆在初凝前应使用完毕。

5.2.10 关于水平砖缝的砂浆饱满度与砌体抗压强度的关系,某研究所通过试验得出:当水平砖缝砂浆饱满度达到73%时,砌体的抗压强度就能满足设计规范中规定的数值。垂直砖缝的砂浆饱满度对砌体的抗剪强度也有明显的影响,垂直砖缝中无砂浆的砌体,其水平破坏荷载比砂浆饱满的砌体低23%。在实际施工中,砖缝的砂浆饱满度采用挤浆和加浆等砌筑方法来保证。

6 钢筋混凝土烟囱筒壁

6.1 一般规定

6.1.1 由于国内烟囱施工技术的快速发展，从20世纪80年代后期逐步发展并相对成熟的烟囱电动(液压)提模工艺，逐渐在全国广泛应用，大大提高了烟囱的施工质量。

6.1.3 移置模板施工时的最小厚度，根据薄壁结构在高处作业时可能做到的最小厚度，并参考烟囱设计规范的最小壁厚，规定为140mm。

6.1.4 滑动模板的混凝土脱模强度，据某研究院施工室的资料介绍：具有0.1MPa强度已脱模的混凝土，在受到1～1.2m高混凝土自重的压力下，会发生较大的塑性变形，并且28d强度平均损失16%。当混凝土强度大于0.2MPa时，不仅塑性变形小，且对28d强度无影响，对摩擦力的影响也不大。在滑动模板施工时，应根据具体应用的混凝土配合比和当时当地的气温条件，测定混凝土强度增长曲线，以便确保滑升速度，确保施工安全。

6.1.5 由于烟囱电动(液压)提模工艺与滑动模板工艺方法不同，因此对混凝土的出模时间或平台提升时混凝土的强度要求有所不同。根据理论计算及工程实践，采用电动(液压)提模工艺，在平台提升时，从上到下各层混凝土的强度分别不小于2、6、8MPa。但是，由于每项工程的情况如门架的间距、筒壁的厚度、筒壁的半径、剪力环的直径和长度、有无内吊平台以及施工的季节、混凝土早期强度等因素不同，为确保施工安全，应针对具体工程计算确定其平台提升时的混凝土强度。通过剪力环传递的荷载对混凝土局部产生的挤压强度应低于混凝土的实际承压力，安全系数取1.4。

烟囱电动(液压)提模工艺所采用的平台系统、电梯系统与滑

模工艺完全相同，所以有关平台及电梯系统的要求应完全按照液压滑模工艺国家现行有关标准执行。整套设备应设计计算，保证整体的刚度、强度、足够的安全性以及整体的稳定。整套设备的制造应符合现行钢结构制作的有关规程的规定，安装后应做 1.2 倍的满负荷静载试验以及 1.1 倍的满负荷动载试验。

采用移置模板施工时，混凝土的脱模强度不小于 0.8MPa。

6.2 钢筋工程

6.2.2 相邻受力钢筋的绑扎搭接接头应相互错开，同一连接区段内，竖向钢筋搭接长度应符合设计要求及国家现行有关标准的规定。竖向钢筋的间距在提升架或滑升用千斤顶附近可以适当放大，但钢筋的平均间距不得大于设计要求。钢筋的保护层应严格控制，特别是单筒式烟囱。

6.2.4 筒壁的竖向钢筋，因高出施工面，在施工中容易产生摇摆，影响钢筋与混凝土之间的粘结。此要求将高出模板的竖向钢筋采用 1～2 道环筋予以临时固定。环向钢筋至少应保证有一环露出在混凝土表面之上，目的是防止漏绑和保持其间距的均匀，以及混凝土浇筑面钢筋的稳定。

6.2.6 为改善支承杆的工作条件和施工的安全，支承杆的接头应焊接牢固。这样，支承杆与筒壁结构环筋便连接成为一个整体。

6.2.7 支承杆承担全部滑模装置的自重和施工荷载以及混凝土与模板的摩擦力所传递的荷载。在进行滑模工程施工设计时，一般都应验算支承杆的承载能力和布置的数量。以 ϕ25mm 的 HPB325 圆钢做支承杆时，其允许承载能力每根不应大于 1.5t。施工经验证明，这个数值是安全可靠的。但在滑升过程中，由于平台荷载不均或相邻千斤顶的不同步而产生升差，使个别支承杆的实际荷载超过了它的承载能力，往往发生弯曲等失稳现象。如出现这种现象时，首先应分析原因，采取措施，消除

产生失稳的因素。其次，对已失稳的支承杆应及时处理，以免弯曲程度发展或多根弯曲，造成加固的困难，甚至影响施工的正常进行。

6.2.8 穿过较高的烟道口、采光窗及模板滑空时，对支承杆的加固要求更牢靠。同时还应采取其他的整体加固措施，以保证模板系统的稳定及施工的安全。

6.2.9 采用滑动模板施工时，当利用支承杆等强度代替结构的受力钢筋，应征得设计同意，且支承杆应布置在筒壁纵向钢筋的位置，接头强度应符合国家现行有关标准的规定。

6.3 模 板 工 程

6.3.1 模板及其支撑结构必须经过计算确定其强度、刚度和稳定性。

6.3.2 滑动模板扭转是导致支撑杆承载能力降低的重要因素，从施工安全考虑，滑动模板扭转量应有一个限制，当筒壁任意 10m 高度内的环向扭转值为 100mm 时，支撑杆的极限承载能力约降低 14%～20%，考虑支撑杆的安全储备还是允许的，再从外观质量考虑，规定筒壁全高范围内不得超过 500mm。

6.3.3 利用工作平台的倾斜度来校正中心偏移时，应特别注意平台面的平整度，防止局部支撑杆的高低不平造成支撑杆的受力不均匀而发生危险；另一方面，利用工作平台的倾斜度进行纠偏时，使其自重及荷载向纠偏方向产生一个水平推力，此时模板内混凝土还处于塑性状态，通过模板传递到混凝土的部分水平力，不会破坏混凝土。但是通过千斤顶作用在支撑杆上端的水平力，将使其工作条件变坏。据某建筑研究总院的计算结果：如工作台的倾斜度为 1%时，则支撑杆的承载能力约降低 21%～24%。为避免支撑杆承载能力损失过大，故规定工作台的倾斜度不宜大于 1%。同时规定纠偏应及时、逐渐地进行，避免在筒壁上出现急弯，影响工程质量与美观。

6.3.5 烟囱中心偏差，由于采用的施工工艺不同，其精度的控制水平有所不同。根据国内近几年采用电动(液压)升模工艺施工的烟囱垂直度的调查，240m烟囱的平均误差仅有40mm左右，大大高于原规范140mm的要求，考虑到目前我国多种工艺均在采用，此次对烟囱中心偏差的要求作了适当的调整。

中心线每次应从基础向上引测。为减少风对测中的影响，套筒式烟囱的门窗洞口应加设挡风板。每次测量时应安排在早上或下午，避免早上10：00至下午16：00测量中心线。

6.4 混凝土工程

6.4.2 用于烟囱混凝土的外加剂应严格测试，特别是影响混凝土耐久性的外加剂，如含有氯盐、硫酸根的外加剂不得使用。

6.4.4 由于烟囱顶部的烟气温度降低，在顶部容易结露，对烟囱的腐蚀加剧，因此单筒式烟囱筒壁顶部10m高度范围内和烟气直接作用的筒壁部分如采用双滑或内砌外滑方法施工的环形悬臂不宜采用石灰岩作粗骨料，但是套筒式烟囱的外筒不受此限制，主要原因是烟囱外筒不直接接触烟气。

6.4.5 由于电动(液压)提模工艺其竖向整体刚度较大，因此浇筑混凝土时，可从一点开始沿环向向两个方向连续浇筑至闭合，防止模板向一个方向倾斜和扭转。但相邻两节筒壁的混凝土起始浇筑点应错开1/4圆周长度，防止累计误差造成平台位移。

6.4.6 筒壁混凝土的振捣，一般是采用插入式振动器。为防止振捣混凝土时影响下层混凝土的正常凝结，要求操作时应遵守技术操作规程，避免振动棒触碰支承杆、钢筋和模板，也不得过深地插入下层混凝土中。另外，在提升滑动模板时，如振捣混凝土，因受振动力的影响筒壁会发生胀模，不但增大了壁厚，表面还会出现“眼皮”，刚脱模的混凝土还可能发生坍塌等，故规定了在提升模板时不得振捣混凝土。

6.4.7 施工缝处理方法较多，但应结合施工的季节、混凝土的性能及时对施工工艺调整，防止出现冷缝，加强对施工现场的管理，防止施工垃圾污染施工缝以及混凝土的表面。

6.4.8 采用双滑方法施工时，筒壁的混凝土与内衬的浇注料（轻质浇注料、耐酸浇注料等）同时浇注时，除了应采取措施，保证筒壁和内衬的厚度外，同时为防止两种不同的混凝土通过隔热层的缝隙互相渗透和混淆，还应采取隔离措施，以保证工程质量。

6.4.9 关于混凝土的试块留置，基本的原则是每一个检验批应有不少于2组的试块，这其中不包括同条件试块以及施工过程检测用的试块。试块应在现场留置，不是在混凝土搅拌机出口留置，特别是在夏季应注意混凝土入模时的条件。

6.5 质量检验

6.5.4 近几年来，采用激光准直仪测定烟囱中心线，配合滑模施工，随滑升随检查，精度进一步提高，因此本次对烟囱的中心线垂直度偏差作了较大幅度的调整，但要指出：烟囱中心线垂直度的允许偏差，是指同一座烟囱在不同标高处的允许偏差，而不是仅指筒首中心线垂直度的允许偏差。

烟囱中心线的测定工作，应在风荷和日照温差较小的情况下进行，以免测得的数字失真，尤其是高烟囱更应注意。

以某工程为例来说明这个问题，据计算：

当风荷为500N/m²，日照温差为20℃时，合成后的中心线总位移为：

标高190m，位移132mm；

标高226m，位移261mm；

标高260m，位移561mm。

当风荷为200N/m²，日照温差为15℃时，合成后的中心线总位移为：

标高 190m，位移 66mm；
标高 226m，位移 136mm；
标高 260m，位移 284mm。

7 钢烟囱和钢内筒

7.2 钢烟囱和钢内筒制作、预拼装工程

7.2.2 在制作、运输、吊装过程中如有变形、涂层脱落现象，应进行矫正和修补。

7.3 焊 接 工 程

7.3.1 在钢烟囱、钢内筒施工中，焊工的操作技能和资格对工程质量起到保证作用，应充分予以重视。焊工证书上必须有考试合格项目或施焊范围。本条根据现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 编写。

钛钢复合板分为基层和复层，基层为普通碳钢，复层为钛。基层焊接要求同普通碳素钢，复层焊接的人员、工艺、材料应符合《钛制焊接容器》JB/T 4745 的规定。

7.3.2 射线探伤对裂纹、未融合等危害性缺陷的检出率低。而超声波探伤则正好相反，操作程序简单、快速，对各种接头形式的适应性好，对裂纹、未融合的检测灵敏度高。因此，世界上很多国家对钢结构内部质量控制采用超声波探伤，一般不采用射线探伤。本规定考虑优先采用超声波探伤。本条根据现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 编写。

7.3.4 钛钢复合板是应用到烟囱钢内筒的新材料，在应用过程中，材料的标准为《钛一钢复合板》GB 8547，施工标准为《钛制焊接容器》JB/T 4745，但和设计、业主沟通中一致认为烟囱钢内筒不是容器，因此当设计无要求时，基层焊接质量检验标准定为二级，复层焊接采用液体渗透探伤(PT)。

钛钢复合板基层进行焊接工作应控制层间温度，是为了避免

复层受温度影响而氧化。

在施工过程中，可采取以下措施对复层进行保护。主要方法有：①起吊钢板用夹具和复层接触处用木板保护；②卷板机滚轴上包绕铜皮或其他软物品；③焊接检验合格后，用专用清洗液清洗铁离子。

7.4 钢烟囱和钢内筒安装工程

7.4.3～7.4.6 根据调查，目前国内使用的液压提升、液压顶升、气顶设备为自制或购买，多为非标准设备，所以施工单位应制定安全操作规程和调试方案。设备投入使用前，施工单位应按照制定的调试方案进行调试，确保设备运转正常；设备使用时，施工单位应按制定的设备安全操作规程进行操作，确保施工安全。

多台设备顶升或提升的最大荷载不得超过设备允许总额定荷载的80％，是参照行业现行标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33中关于双机抬吊的规定，目前使用的顶升或提升设备的同步性强于吊机设备，所以规定80％是合理的。

8 烟囱平台

8.1 平台制作和安装工程

8.1.1 由于国内烟囱施工技术的快速发展，烟囱平台的设计和施工成为烟囱工程的一个重要部分，因此在本规范的修订过程中，增加了烟囱平台这一章。

8.1.2 当烟囱平台作为吊装平台使用时，其承受的荷载发生了变化，因此需要对其重新进行验算。

9 内衬和隔热层

9.1 一般规定

9.1.1 某些受潮易变质的材料(如水泥、不定形耐火材料、轻质砖等)在运输、贮存的过程中都应采取措施防雨、防湿、防潮。对受冻后性能改变或失去作用材料(如某些结合剂),应采取防冻措施。

受到污染或潮湿变质的不定形材料若不剔除,在施工中和好料相混,会造成内衬质量低劣的事故。包装袋中的物料,若有一部分泄出,留下的物料颗粒级配就不准确,不可使用。

9.1.2 为了使钢构件与不定形材料(浇注料、喷涂料)之间有很好的粘着力,应将其表面的浮锈除去,基层处理达到设计要求。

9.1.3 额外加入某些物料(或水)虽能使施工容易,但材料性能会受到影响,因此而规定。

9.2 砖内衬(筒)和隔热层

9.2.2 通过对已投产使用的烟囱调查证明,有些烟囱筒壁出现裂缝,其原因之一是内衬砌体质量差,灰(砂)浆不饱满,致使烟气通过内衬缝隙传到筒壁,使筒壁受热和侵蚀引起开裂,因此为了保证砖内衬体的质量保留原条文。

9.2.4 挑出顶砖的作用,是保证内衬砌体的整体稳定性。

9.2.5 筒壁与内衬之间空隙内,如落入灰(砂)浆或砖屑,烟囱投产使用后,内衬和落入的砖屑等物受热膨胀,使内衬整体性受到破坏,所以,应防止落入砖屑等物。

隔热层材料填充不饱满,在防沉带下形成空隙,隔热性能降低致使筒壁受热,影响使用寿命,所以要求每次填充隔热材料时,应保证防沉带下部填充饱满。

9.3 不定形材料内衬

9.3.1 使用污水、海水和含有害杂质的水，一方面会影响耐火浇注料和喷涂料的硬化过程，另一方面，会使其高温特性下降，达不到原物料的指标。沿海地区其搅拌用水，由于水中氯离子(Cl^-)增高而使浇注料剪切强度和抗折强度降低，300mg/L 为转折点，一般可控制在 300mg/L 以内，故规定氯离子(CL^-)浓度不应大于 300mg/L。

9.3.2 为保证与隔热层砌体接触的浇注料不被吸走大量水分和隔热材料含水率升高，造成质量下降，规定隔热砌体表面应采取防水措施。

9.3.4 本条规定在于保证施工后浇注体有良好的整体性。

9.3.5 浇注料的硬化，与温度等关系很大，所以不宜规定拆除时间。对于承重模板，规定浇注料强度达到设计强度的 70%才允许拆模，因为在此强度下，浇注体才能承受本身荷载。

9.3.6 本条是浇注料施工时留置试样的规定，以保证所留试样的代表性。关于试样的检验，在正常情况下，一般只检验烘干的强度。

9.3.7 喷涂料施工会因输送管道的弯曲、管内壁摩擦、喷涂点的高程等情况不同，而喷涂工艺参数(如风压、用水量等)也不同，这些参数只能在现场试验确定。

9.3.8 喷涂料的附着是否牢固，金属支承件的焊接、架设稳固与否和表面清洁度有很大关系，故作了本条规定。

9.3.9 半干法喷涂是先将喷涂料稍加湿润，然后将物料压送至喷涂部位，再加水喷涂。这样在喷涂施工作业时喷涂料中的中细粉不致在喷出时飞散过多，造成物料损失及环境污染和降低喷涂质量。

9.3.10 本条规定是为了保证喷涂内衬的整体性，避免分层。

9.3.11 大多数喷涂料具有水硬性，因此应在完全硬化之前用探针测量厚度及尺寸误差，并及时修整，过迟则修整困难。

10 烟囱的防腐蚀

10.1 一般规定

10.1.1 根据现行国家标准《烟囱设计规范》GB 50051 的相关规定，确定以酸烟气作为烟囱防腐蚀的适用范围，罗列了 4 种常用的烟囱防腐蚀工程的最后面层形式。烟囱的建造和维修与其他建（构）筑物相比，存在着许多特殊性，所以烟囱的防腐蚀措施需要考虑它的有效性、耐久性、经济性和难维修等特点。这几种形式之间既有区别又有联系，而烟囱的防腐蚀措施往往是几种形式的组合，为编写需要，采用以最后面层的形式来分类。其中后三种形式只适用于排烟筒内壁的防腐蚀。

10.1.2 烟囱防腐蚀工程采用原材料的优劣是工程质量好坏的决定因素之一。现在国内防腐蚀材料的生产单位众多，有的产品质量得不到保证，因产品质量不合格而导致的质量事故时有发生。烟囱防腐蚀工程所用的材料种类多，同一种类的产品各生产企业又有众多的牌号，其性能也各有差异。特别是脱硫烟囱的出现，使烟气对排烟筒内壁的腐蚀性加大，从而使得能满足脱硫烟气防腐蚀要求的新产品、新材料不断出现和应用，其效果如何尚待实践检验和总结。为防止不合格材料或不符合设计要求的材料用于工程施工，本条规定了烟囱防腐蚀工程所用的材料必须具有"产品质量证明文件"。

10.1.3 本条主要是针对材料供应商的。即供应商应针对自己的产品，提供符合国家现行标准的材料施工使用指南。其主要目的是对材料的施工过程、质量检验过程提供指导与帮助。这些内容既是设计选材的主要参考依据，同时也是正确施工的有效保证。

10.1.4 通过酸化处理可以提高水玻璃类材料的耐腐蚀性能和抗

水性能。此工序应在水玻璃类材料养护后进行。

10.2 涂料类防腐蚀

10.2.1 烟囱防腐蚀涂料施工质量的好坏与基面的检查和处理的程度有着非常密切的关系，目的是使得涂层对基面有良好的附着力，并形成致密的防腐蚀抗渗层。

10.2.5 该单组分厚浆型涂料是烟囱排烟筒内壁专用涂料，是在20世纪80年代中期为替代进口材料而由某科研单位研发成功，并最先在某有色金属冶炼厂的钢筋混凝土烟囱内使用，使用寿命已超过15年的设计使用年限。它具有耐酸、耐磨、耐热等特性。

10.2.6 该双组分薄型涂料最先在火力发电厂钢筋混凝土烟囱内使用，至今已有10多年使用历史，属湿固化型涂料，施工不受基层含水率影响，在混凝土终凝后即可涂刷。

10.2.7 一定的养护时间是为了保证涂层满足防腐蚀的性能要求。养护时间应根据涂料的特点和环境条件等来确定。

10.2.8 排烟筒内壁涂层表面测厚仪器品种较多，应用较为普遍。金属结构表面可以采用测厚仪检测，目前实用型的测厚仪有许多类型如磁性、超声波等，可及时进行无损探测。对混凝土表面也可以采用超声波等仪器探测。应用这类方法较之传统的“样板对比法”更准确、更实用、操作更简便。采用仪器测试厚行业度时应注意：

1 测试干膜厚度主要是对涂层最终结果检查，也可以采取湿膜测厚仪对涂装过程检查。每层涂装都能准确控制。

2 测厚仪使用过程应及时调整“零点”，检测时应科学选择检测点。如果涂层厚度检测超出测厚仪器的使用范围，则可采用铁针插入法。

10.2.9 本条对钢烟囱和钢内筒非烟气腐蚀的筒壁部分以及烟囱的其他钢结构构件（如平台、爬梯等）的防腐蚀涂装，提出了质量要求和检验方法。

10.3 水玻璃耐酸胶泥和耐酸砂浆防腐蚀

10.3.2 水玻璃类材料施工的环境温度宜为15～30℃，高于30℃时，水玻璃的黏稠度显著增加，不易于施工，配制的水玻璃材料易过早脱水硬化反应不完全，易造成质量指标降低。钠水玻璃材料施工的环境温度低于10℃，钾水玻璃材料施工的环境温度低于15℃时，水玻璃的黏度增大不利于施工，也易造成质量指标降低。低于施工环境温度时，虽然养护期达到28d或更长时间，但浸水28d或更长时间实验，均会有溶解溃裂，这是水玻璃类材料的通性。采取防止曝晒和过早脱水措施，在保证原配合比的质量情况下水玻璃比重降低，是可以满足大于30℃以上施工的；低于施工环境温度，采取加热保温措施，亦是可以满足施工的要求，所以本条采用"宜为15～30℃"。

如果水玻璃受冻，冻结部分无法与混合料混合，在使用前将冻结的水玻璃加热熔化搅拌，即能得到与冻结前相同的溶液。

10.3.3～10.3.5 对水玻璃类材料的配合比要求比较严格，稍有变动，则直接影响物理化学性能，因此施工前应做试验来确定配合比和初凝时间。拌和好的水玻璃类材料更不允许随便加入任何物料，包括水和水玻璃，以免改变原计算的组成比例。

10.3.6 块材砌筑方法有两种：一种是挤浆法，一种是用木槌敲打法。后一种容易使砌筑的相邻部分在凝固阶段的泥浆受到振动，产生微小裂缝或松动，垂直面也易成中空，因此推荐采用挤浆法。在砌筑块材时，应保证结合层和泥浆的密实程度，密实程度良好的，强度高、抗渗性能优良。不得采用勾缝施工方法，勾缝既不牢固，也不抗渗。

10.3.7 根据调查研究和试验资料证实，养护温度对水玻璃类材料的各项性能指标有较大影响，特别是耐水、耐稀酸性能。在工程实践中，产生不耐水、不耐稀酸的情况有两种：一是原材料质量，配合比选择不合适，施工后不管在早期或后期遇水或稀酸都遭到破

坏;二是当水玻璃与固化剂正在水解反应期间,尚未充分反应形成稳定的 Si—O 键时,正在反应和硬化的水玻璃类材料中尚未反应的部分,遇水被溶解析出而遭到破坏。因此,合理的配合比和适当提高养护温度,特别是早期固化阶段,能为水玻璃和固化剂充分反应创造有利条件,同时还可以大大提高其机械强度和抗水、抗稀酸破坏的能力。

10.4 耐酸砖防腐蚀

10.4.1 近年来耐酸砖的种类繁多。传统的内衬耐酸砖多为烧结型,体积密度较大,强度较高。为使内衬耐酸砖兼有防腐蚀抗裂功能,适应软地基及地震区,适应套筒式、多管式烟囱构造,逐渐发展了轻质、超轻质内衬耐酸砖。湿式运行的烟囱又要求内衬砖、耐酸胶结料除具有一定强度、良好的耐酸性、耐热性外,还应具有吸水率低、耐水性好、抗渗密封性能好的功能。从结构稳定、保证内衬整体性、提高抗震能力,对烟气密封隔绝的角度考虑,砖型则由普通型发展为异型启口式的密封型。对轻质砖来说,由于体积密度轻,可在不增加单重的情况下,增大砖的体积,通常是增加砖的高度,这将有利于提高砌筑速度,缩短砌筑时间,减轻劳动强度;同时可减少胶结料用量,减少砖缝(防腐蚀、密封的薄弱环节),提高内衬质量。

10.5 水玻璃轻质耐酸混凝土防腐蚀

10.5.1 水玻璃轻质耐酸混凝土,在电力行业也有叫做“轻质耐酸浇注料”。它是由水玻璃、固化剂、耐酸轻集料、耐酸粉料及外加剂等按比例混合,采用浇注成型方法来制作烟囱内衬。水玻璃轻质耐酸混凝土的强度高低与其体积密度大小密切相关,强度越高,体积密度越大;水玻璃轻质耐酸混凝土成型硬化后,在自然干燥养护过程中会产生收缩,因此应将收缩率控制在允许范围内,以确保内衬质量。

10.5.3 由于水玻璃耐酸混凝土有一定的渗透性，当烟气中的酸性腐蚀介质渗透到铁件、钢筋网、铁丝网格部位时，将产生钢筋的锈蚀或电化学腐蚀。因此对水玻璃耐酸混凝土内的铁件等应该在施工前进行除锈，并涂刷防腐蚀涂料。

10.5.4 对模板的要求与普通混凝土对模板的要求相同，只是脱模剂不能采用碱性材料，如肥皂水等，以防碱性物质破坏水玻璃混凝土。

捣实方法与普通混凝土相同，由于水玻璃黏度大，用插入式振动器振捣时，拔出稍快时极易留下孔洞，造成不密实，因此振动后特别强调应慢慢拔出，振动器振动头宜采用较小的规格。

为了保证施工缝处的粘结质量，应根据现场实际制订接缝措施。

水玻璃耐酸混凝土的固化需要一定的时间，过早拆模强度达不到要求，容易使制品因重力的作用而发生变形。

修补水玻璃耐酸混凝土的缺陷时，采用的水玻璃耐酸胶泥或水玻璃耐酸砂浆应与水玻璃耐酸混凝土同型号。如修补密实型水玻璃耐酸混凝土时，应采用密实型水玻璃耐酸胶泥或密实型水玻璃耐酸砂浆。

11 附属工程

11.0.4 避雷器和航空障碍灯安装均包括在电气系统的安装质量标准中。

11.0.5 烟囱是一个高耸的建筑物，其安全要求高，避雷器安装完成后应检测接地电阻，接地电阻应符合设计要求。当不能满足设计要求时，应同设计单位协商增设接地极数量或采取其他措施。

11.0.7 烟囱对空中航空飞行器视为障碍物，是造成飞行安全的隐患，因此，航空色标的选型和施工应符合设计和国家现行有关标准要求。

11.0.9 在烟囱施工期间及建成以后，为保证结构的稳定与安全生产，应对基础的下沉量及沉降差、筒身的倾斜度、投产后的烟气情况等进行系统的观测，便于发现问题及时处理。在工程交工前，观测工作由施工单位负责，交工后由生产单位负责。

12 冬期施工

12.1 一般规定

12.1.1 本条是参照《建筑工程冬期施工规程》JGJ 104 制定，其目的是界定烟囱工程冬期施工开始时间和结束时间。

12.1.2 烟囱工程冬期施工时，应根据工程结构形式和当地、当时气温条件，通过技术经济比较，因地制宜地确定合理的冬期施工方案，并进行周密的施工准备工作，以保证工程质量和取得较好的技术经济效果。

12.1.3 冬期施工时，室外气温对烟囱工程的质量影响较大，对此应给予足够的重视，逐日、定时地做好温度方面的原始记录，是加强施工管理的一部分。如果出现质量事故的时候，可以此为依据进行分析，找出原因。

12.2 基　　础

12.2.1 根据工程需要，查验经勘察提出地基土的主要冻土指标如：冻土层实际厚度与分布，各层冻土的含水量、冻胀或融沉系数等。

12.2.2 因各种原因如资金、材料、技术等，满足不了连续施工的要求而中途停工，应采取措施保温，防止地基土冻胀。

12.2.3 采用蓄热法进行冬期施工是利用混凝土的初温和水泥的发热量，并以保温材料覆盖表面，使混凝土在养护过程中保持一定的温度，达到所需要的强度。一般当最低气温在－10℃以上，表面系数不大于 6 的情况下，环形和圆形板式基础，可采用蓄热法施工。当施工条件和气温条件不利时，蓄热法还可和其他施工方法结合使用，如掺用早强剂或早强型防冻剂等。蓄热法是一个施工

简便而又经济的方法，应优先采用。当气温过低，经计算采用蓄热法和其他技术措施还不能保证混凝土质量时，则应采取暖棚法施工。

薄壳基础因其表面系数大，施工复杂和工期较长，所以一般采用暖棚法施工。

12.2.4、12.2.5 主要是防止地基土、基础受冻，而使基础产生结构性的破坏。

12.3 砖烟囱筒壁

12.3.1 砖烟囱筒壁冬期施工时，为保证结构质量和施工安全，宜采用活动暖棚法、半冻结法施工。在稳定的负温度下，可采用冻结法施工。不推荐冻结法施工，当受条件约束确需采用冻结法施工，应严格按规范规定执行。

1 活动暖棚法：在筒壁内部加热，使砌体温度在不低于15℃的暖棚内保持4～5d。

2 半冻结法：在工作台以下的筒壁内部进行加热，其上部砌体允许暂时冻结，待工作台移至上一段后再进行加热。

12.3.2 表12.3.2条中所列的冻结法砌体融解期的抗压强度，是根据原规范修改的，根据国家现行有关标准，取消MU7.5强度等级。

条文规定砖烟囱筒壁在稳定的负温度下，可以采用冻结法砌筑，但筒壁水平截面的计算应力不应超过表12.3.2的数值。因此，采用冻结法施工时应进行强度验算。将筒壁按不同壁厚划分成若干段，根据结构自重和风荷载计算出各段的最大应力(冬期施工时设计单位应提供此值)，再对照表12.3.2所列的冻结法砌体融解期的抗压强度，如不超过表12.3.2的数值，便可采用冻结法施工砌筑。如超过了便不能采用冻结法，而采用半冻结法砌筑。

例如：烟囱某段筒壁为2砖厚，砌体水平截面的计算应力为0.75MPa，当砖的强度等级为MU10，砌体砂浆强度等级为M5

时，根据表 12.3.2 查得冻结法砌体融解期的抗压强度为 0.67MPa＜0.75MPa，因此，不能采用冻结法砌筑。然后再验算是否可以采用半冻结法砌筑，当外界气温为－15℃时，筒壁内部加热为 15℃，查表 12.3.4，当 2 砖厚的筒壁加热 5d 时，砌体的融解为 30％，再查表 12.3.3 得知砌体加强系数为 1.2，故融解时砌体的抗压强度为 0.67×1.2MPa＝0.80MPa＞0.75MPa。因此，可以采用半冻结砌筑，也就是在筒壁砌筑过程中，从里面进行加热。

表 12.3.2 注：即设计在 30m 以下的砖烟囱筒壁，其计算应力基本上不超过表 12.3.2 冻结法砌体融解期的抗压强度值。有些施工单位有这方面的实践经验，故做了此规定。

12.3.5 主要是考虑我国抗震设防地区所占比重大。从几十年地震的教训看，冬期施工未浇水，干砖上墙的建筑物基本倒塌。相反，常温季节施工，砖浇了水而砌筑的建筑物，则倒塌的数量相对少些。这说明了砖浇水润湿后，对增强砖与砖之间的粘结，提高砌体强度和抗震性能具有明显的效果。因此，在正温条件下砌筑时，砖应浇水润湿。但在负温条件下砌筑时，砖浇水会结冰，故采取适当增大砂浆的稠度来弥补。

12.3.6 采用冻结法和半冻结法砌筑时，砖不需要加热，如砖上附有冰雪时，则应扫除干净。采用暖棚法砌筑时，砖应预热至不低于 5℃，现在仍按此规定执行，故保留。实践证明，每日砌筑后在砌体表面覆盖保温材料，一方面起到了保温作用，有利于砂浆强度的增长，另一方面也可避免砌体表面出现冰霜现象，影响继续砌筑时上下层的粘结。

12.3.8 采用冻结法或半冻结法施工，虽然解冻后砂浆强度仍然可以增长，但后期强度比常温条件下低。在气温特别低时，降低值可达 50％。所以规定，如设计无要求，当日低气温高于－25℃时，砂浆强度应比设计规定的提高一级；当日最低气温低于－25℃时，则应提高二级，以弥补砂浆早期受冻而造成的后期强度损失。采用暖棚法施工时，为提高砂浆的早期强度，加快施工进度，也可提

高一级砂浆强度。

12.3.11 采用冻结法砌筑时，为保持烟囱的稳定性，当砌砖结束后，应立即在筒壁内部加热。加热时，应按专门制订的加热温度曲线表进行。编制这种加热温度曲线表时，需考虑到筒壁的冻结段厚度、砌体内的计算应力和融解时砌体的抗压强度等。加热时间应持续至砌体获得所需要的强度为止。

12.3.12 用冻结法砌筑的砖烟囱，加热前应将环箍安装好，以避免筒壁出现裂缝。

12.4 钢筋混凝土烟囱筒壁

12.4.4 钢筋混凝土烟囱的冬期施工，其混凝土的养护强度，只按混凝土受冻临界强度考虑是不够的，应按承载能力来考虑，即能承受筒壁的自重、风荷载和施工荷载等所产生的应力时，才能停止加热养护。

根据《烟囱设计规范》编制组对 75/2.5-700、120/2.75-700、180/6-500、210/7-500〔烟囱高度(m)/上口内径(m)—基本风压值(N/m^2)〕四座已投产使用的烟囱进行了施工阶段的强度验算。即在筒壁自重(无内衬)、施工平台荷载、风荷载和附加弯矩的共同作用下，当混凝土强度为 50%时，验算烟囱各截面的强度。

1 计算原则

1)混凝土强度为 50%时，取材料设计强度为：

C20 混凝土：$f_c=4.80MPa$，$E_c=1.76\times10^4N/mm^2$

C25 混凝土：$f_c=5.95MPa$，$E_c=2.01\times10^4N/mm^2$

C30 混凝土：$f_c=7.15MPa$，$E_c=2.20\times10^4N/mm^2$

C35 混凝土：$f_c=8.35MPa$，$E_c=2.39\times10^4N/mm^2$

C40 混凝土：$f_c=9.55MPa$，$E_c=2.55\times10^4N/mm^2$

HRB335 级钢筋：$f_y=300MPa$，$E_s=2.0\times10^5N/mm^2$

2)计算时仅考虑自重(无内衬)、施工平台荷载、风荷载、附加弯矩(包括风荷载、日照、地基倾斜引起烟囱挠曲后，由筒壁自重、

施工平台荷载产生的弯矩)。按最不利荷载组合,即施工平台已到烟囱顶部,烟囱各截面的混凝土强度为50%的情况下进行验算的。不考虑地震力及温度应力的影响。

3)上述四座烟囱均为已投产使用的,设计时均为先假定截面尺寸和钢筋面积,然后复核其应力。

2 结论

1)从计算结果来看,当混凝土强度为50%时,烟囱高度1/2以下部分截面出现强度不足的情况。

2)烟囱1/2以上的截面均能满足强度计算要求。

3)上述四座烟囱均已投产使用,配筋都有一定富裕,如今后采用优化设计,强度不足的截面会出现更多些。

另据某炼钢厂100m烟囱冬期施工时,对筒壁进行强度验算的结果,在最下部10m一段,混凝土的养护强度需达到设计强度的70%(该混凝土设计强度等级为C20),才能承受上述荷重。

因此,根据强度验算结果和施工经验以及参考国外资料,规定为:混凝土的加热养护强度,在筒壁1/2高度以下部分应达到设计强度的70%,1/2高度以上部分为50%。

12.5 钢烟囱、钢内筒和钢构件

12.5.1 本条是引用《钢结构设计规范》GB 50017中的相关条款。

12.5.2 编制钢烟囱冬期施工工艺和安装施工方案是一项重要工作,应根据其特点、技术复杂程度、现场施工条件等具体情况进行编制,施工中应认真执行。

12.5.3 负温度下钢构件安装使用的材料应有产品出厂证明书,在重要部位使用的应进行抽验,合格后才能使用。

负温度下焊接用的焊条,首先应满足设计强度的要求,应选用屈服强度较低,冲击韧性好的低氢型焊条,重要部位采用超低氢型焊条,这样可以保证焊缝不产生冷脆。

12.5.5 市场供应的涂料,一般要求在正温度下使用。在温度低

于0℃时，涂料的附着力、干燥时间、涂层强度、冲击强度都会受到影响，因此，涂刷前应进行工艺试验，各项指标符合正温度下施工质量标准，才能进行施工。

负温度下，水基涂料易冻结，禁止使用。

12.6 内 衬

12.6.1 本条与《工业炉砌筑工程施工及验收规范》GB 50211的规定相一致。

12.6.2 烧结普通黏土砖冻结法砌筑请参见《建筑工程冬期施工规程》JGJ 104中5.3冻结法的规定。

12.6.4 用耐火砖砌筑内衬时，所用的砖也需预热。使用0℃以下的耐火砖砌筑会产生冻结。

用喷涂料或其他散状材料施工内衬，规定施工时材料的较高温度，有利于强度的增长。

12.6.5 为了使浇注料在冬期施工浇注、养护时具有必要的温度，故对水的加热温度也做了规定。

12.6.7 喷涂施工时，由于搅拌机至喷涂点有一定的距离和高度，因此在冬期，输料管和输水管也应予以保温，不致使喷涂料和水本身的温度降低过多。

13 施工安全

本章所涉及的安全条款是针对烟囱施工的特殊要求提出的，考虑烟囱工程高处作业多，危险性大，将主要的安全技术措施规定若干条，以便有所遵循。它是几十年来，烟囱工程施工的经验和教训的总结。

对于涉及的其他专业施工安全要求，应符合国家现行有关标准的规定，本章不再重复。

13.0.5 烟囱工程属高处作业，平台上下操作区域的周围均应搭设安全网，防止人员及物品高处坠落而导致事故的发生。

钢管竖井架人行出入口四周采用金属保护网主要是利用金属的刚性大、变形性小的特性，防止落物伤人。

13.0.11 采用电动(液压)提模或滑动模板工艺施工时，整个系统是在现场组装而成，且在运行中会出现操作平台上的堆载不均匀和提升或滑升过程中设备不同步等现象，使系统的上升阻力和设备的负荷增大，为保证整个系统安全使用，应在提模或滑升前做1.25倍的满负荷静载试验和1.1倍的满负荷滑升试验。

14 工程质量验收

14.0.1 原规范对现场主要的质量验收记录要求没有作明确规定，给烟囱工程验收带来了很大的不便。为此，本规范增加了这一内容。

14.0.2 随着本规范适用范围的扩大和内容的增加，在原规范相应要求的基础上，增加了钢结构工程、防腐蚀工程质量验收的相关要求；增加了新材料、新工艺施工记录的要求；增加了强制性条文检验项目检查记录及证明文件的要求；增加了质量管理、安全、功能、观感质量验收的要求。

15 烟囱烘干

15.0.1 原规范规定常温季节施工的烟囱，可于临近生产前烘干；用冻结法砌筑的砖烟囱，为保持烟囱的稳定性，在砌砖结束后，应立即加热和烘干，防止气温转暖时日照温差的影响，使筒壁发生不均匀的沉陷，故保留此规定。另外通风烟囱不烘干一项，是因为通风烟囱大都没有内衬，即使有内衬，高度也很低，一般与烟道口的标高等同，故不需要烘干。

15.0.3 关于烟囱烘干时间，表中所列的数字是沿用了原规范的规定。对 151～200m 和 200m 以上的钢筋混凝土烟囱的烘干时间，以及 41～60m 和 61～80m 钢筋混凝土烟囱的烘干时间，都是根据 80～100m、100m 以上两项烘干时间引申出来的。

15.0.4 关于烟囱烘干的最高温度，目前仍按原规范执行，故保留。但如烟囱的设计温度低于烘干最高温度时，则烘干最高温度不应超过设计温度，否则会增加筒壁的温度应力而产生裂缝。

15.0.5 工业炉尤其是焦炉往烟囱内排放烟气时，在最初阶段，容易产生燃烧不完全的气体通过缝隙和闸板流入烟囱，应及时检查和检验，以免气体在烟囱内燃烧和爆炸。

15.0.6 烟囱烘干后，有的产生裂缝，但裂缝宽度一般都在 10mm 以内，可用水泥砂浆填塞。填塞时，每次从外面用水泥砂浆涂抹裂缝高 150～300mm，再用水泥浆通过漏斗或注射器，从上面注入裂缝中，以后用同样方法进行其上部裂缝的修补。已烘干的烟囱如不立即投产使用，在冷却后，筒壁上的环箍会松动，应再次拧紧其螺栓。



S/N:1580177·125



统一书号:1580177·125

定　　价:20.00元